جامعة مؤتة
كلية الدراسات العليا

الناتج الرُسوبي في هضبة الكرك وأثره على كفاءة السُّدود المائية بإستخدام نُظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد
حالة دراسيَّة : حوض وادي بن حمَّاد/ الأردن

إعداد الطالب
رمزي أمين حسين المعايطه

إشراف
الأستاذ الدكتور إبراهيم العرود

رسالة مقدمة إلى كلية الدراسات العليا
استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة
الماجستير في نظم المعلومات الجغرافية
(GIS) - قسم الجغرافيا

جامعة مؤتة، 2015

الآراء الواردة في الرسالة الجامعية لا تُعبر
بالضرورة عن وجهة نظر جامعة مؤتة

بسم الله الرحمن الرحيم

MUTAH UNIVERSITY
College of Graduate Studies

جامعة مؤتة
كلية الدراسات العليا

قرار إجازة رسالة جامعية

تقرر إجازة الرسالة المقدمة من الطالب رمزي امين المعايطة الموسومة بـ:

الناتج الرسوبي على هضبة الكرك واثره على كفاءة السدود المائية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد حالة دراسية: وادي بن حماد

استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في **نظم المعلومات الجغرافية.**

القسم: الجغرافيا.

	التوقيع	التاريخ	
أ.د. ابراهيم مطيع العرود		٢٠١٥/٧/٢٩	مشرفاً ورئيساً
أ.د. صالح سلامه الكساسبة		٢٠١٥/٧/٢٩	عضواً
د. حسام هشام البلبيسي		٢٠١٥/٧/٢٩	عضواً
د. سامر عوض النوايسة		٢٠١٥/٧/٢٩	عضواً

عميد الدراسات العليا

K. Banan

علي الضمور

جامعة مؤتة كلية الدراسات العليا

MUTAH-KARAK-JORDAN
Postal Code: 61710
TEL :03/2372380-99
Ext. 5328-5330
FAX:03/ 2375694
e-mail:
http://www.mutah.edu.jo/gradest/derasat.htm

dgs@mutah.edu.jo sedgs@mutah.edu.jo

مؤتة – الكرك – الاردن
الرمز البريدي :٦١٧١٠
تلفون :٠٣/٢٣٧٢٣٨٠-٩٩
فرعي 5328-5330
فاكس 375694 ٠٣/٢
البريد الالكتروني
الصفحة الالكترونية

الإهداء

إلى الألماس الذي لا ينكسر ..... نبع العطاء الذي زرع الأخلاق بداخلي وعلمني طرق الارتقاء إلى روح والدي طيب الله ثراه .

إلى الزهرة التي لا تذبل ... نبع الحنان ... إلى من تعجز الكلمات عن وصفها ومن تصمت حروف الأبجدية بحقها ... وتسكن أمواج البحر لسماع اسمها ... إلى من نذرت عمرها في أداء رسالة صنعتها من أوراق الصبر .... وطرزتها في ظلام الدهر .

على سراج الأمل ..... بلا فتور أو كلل ... إليك يا أمي .

ملائكة الأرض ..... شقائق النعمان ..... الذين احتضنوني وزرعوا الورد في طريقي .

إلى أشقائي و شقيقاتي .

لكم جميعاً أهدي سهري وجهدي

رمزي أمين المعايطة

الشكر والتقدير

بعد الشكر لله تعالى، أتقدم بالشكر والتقدير للذين أناروا بعلمهم زوايا حياتي المظلمة وأناروا بنورهم دروب العلم المستقبلية أساتذتي الأفاضل ...

وأتوجه بعظيم الشكر ووافر الامتنان إلى أستاذي والمشرف على هذه الرسالة الأستاذ الدكتور إبراهيم العرود الذي لم يتوانى أن يكون خير مرشد وموجه لي خلال كتابة هذه الرسالة...

كما أتقدم بالشكر والتقدير إلى أعضاء لجنة المناقشة: الأستاذ الدكتور صالح الكساسبة، والدكتور حسام البلبيسي، والدكتور سامر النوايسة لتفضلهم بقبول مناقشة الرسالة.

كما أتقدم بالشكر إلى العقيد الدكتور خالد البطوش والأستاذ عامر الخطيب والمهندسة سجى الضمور والأخ علي المعايطة الذين ساعدوني بانجاز هذا العمل .

لكم مني جميعا عظيم الامتنان والعرفان .

رمزي أمين المعايطه

قائمة المحتويات

المحتوى	الصفحة
الإهداء	أ
الشكر والتقدير	ب
قائمة المحتويات	ج
قائمة الجداول	و
قائمة الأشكال	ح
الملخص بالغة العربية	ي
الملخص باللغة الانجليزية	ك
الفصل الأول : خلفية الدراسة وأهميتها	1
1.1 المقدمة	1
1.2 مشكلة الدراسة	2
1.3 أهمية الدراسة	2
1.4 أهداف الدراسة	3
1.5 أسئلة الدراسة	3
1.6 مبررات الدراسة	3
الفصل الثاني : الإطار النظري والدراسات السابقة	5
1.2 منطقة الدراسة (حوض وادي بن حماد)	5
2.2 مفهوم الناتج الرسوبي	6
3.2 مصادر الناتج الرسوبي	6
4.2 الخصائص الطبيعية لحوض وادي بن حماد	8
1.4.2 البناء الجيولوجي Geological	8
2.4.2 التضاريس Topography	13
3.4.2 الغطاء النباتي Vegetation Cover	16
4.4.2 التربة Soil	22

المحتوى	الصفحة

5.4.2 المناخ Climate	26
1.5.4.2 الأمطار Rainfall	27
2.5.4.2 درجة الحرارة Temperature	31
3.5.4.2 الرطوبة النسبية	34
4.5.4.2 التبخر	35
5.5.4.2 الرياح	37
6.4.2 استعمالات الأراضي Land use	38
5.2 الخصائص المورفومترية لحوض وادي بن حماد	41
1.2.5 الخصائص المساحية والشكلية	41
2.2.5 خصائص الشبكة المائية Drainage Networks	48
6.2 الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات التربة	55
7.2 الدراسات السابقة	66
1.7.2 الدراسات العربية	66
2.7.2 الدراسات الأجنبية	69
الفصل الثالث : المنهجية والتصميم	72
1.3 منهجية الدراسة	72
2.3 استخدام المعادلة العالمية وتعديلاتها RUSLE	76
الفصل الرابع : عرض النتائج ومناقشتها والتوصيات	77
1.4 انجراف التربة	77
2.4 تقدير كمية التربة المفقودة من خلال المعادلة العالمية (RUSLE)	78
1.2.4عامل تعرية المطر Rain fall Erosivity Factor	80
2.2.4 عامل قابلية التربة للتعرية Soil Erodibility Factor	82

3.2.4 عامل الطوبوغرافيا : Topography Factor 84
4.2.4عامل الغطاء النباتي والإدارة البيئية P - Factor 87
5.2.4عامل الإجراءات المحددة من الانجراف 88
Management Factor Practice
3.4 تقدير انجراف التربة باستخدام نموذج (RUSLE) 89
4.4 الخلاصة والتوصيات 92
1.4.4الخلاصة 92
2.4.4 التوصيات 94
المراجع 96

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1 .	الوحدات الصخرية في منطقة الدراسة	12
2 .	المعدل الشهري لكميات الأمطار في محطة الربة / وادي بن حماد / ملم	28
3 .	معدلات الأمطار السنوية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة الممتدة (1993- 2014)	30
4 .	معدل درجات الحرارة الشهري والسنوي لمحطة الرصد الجوي في الربة للفترة (1990-2014)	33
5 .	معدل الرطوبة في محطة الرصد الجوي في الربه للفترة (2003-2014)	35
6 .	معدل التبخر لمحطة الرصد الجوي في محطة الربة للفترة (2003- 2014)	36
7 .	معدل سرعة الرياح في محطة الرصد الجوي في محطة الربة للفترة (2003- 2014)	37
8 .	تصنيف الأودية حسب معدل نسيجها الطبوغرافي	47
9 .	الخصائص الشكلية لحوض وادي بن حماد	48
10 .	خصائص الشبكة المائية في حوض وادي بن حماد	48
11 .	التكرار النهري والكثافة التصريفية لحوض وادي بن حماد	50
12 .	معامل الانعطاف لحوض وادي بن حماد	51
13 .	قيمة الوعورة لوادي بن حماد	52
.14	الرتبة ونسبة التشعب لحوض وادي بن حماد	53
.15	الارتفاع ونسبة المساحة	54

.16	تركيز العناصر الثقيلة في عينات التربة (mg/kg)	59
.17	القيم المسموح بها لتراكيز بعض العناصر الثقيلة في التربة	60
.18	قياسات الخصائص الفيزيائية والكيميائية	61
.19	كربونات الكالسيوم في عينات التربة	65
.20	المطر المساحي حسب خطوط تساوي المطر	81
.21	أنماط انجراف التربة في الحوض اعتمادا على نموذج RUSLE	90

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
.1	موقع منطقة الدراسة (وادي بن حماد)	5
.2	التكوينات الجيولوجية لوادي بن حماد	13
.3	الخارطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة	14
.4	نموذج الارتفاعات 3D لحوض وادي بن حماد	15
.5	مرئية فضائية لمنطقة الدراسة	15
.6	الأشجار الحرجية في منطقة الدراسة	18
.7	معدل النبات في النقطة 1	18
.8	معدل النبات في النقطة 2	19
.9	معدل النبات في النقطة 3	19
.10	النبات على ضفاف مجرى وادي بن حماد	20
.11	النباتات المروية والبعلية في حوض وادي بن حماد	21
.12	مواقع أخذ عينات النباتات في حوض وادي بن حماد	21
.13	قطاعات التربة في منطقة الدراسة	24
.14	المعدل الشهري لكميات الأمطار في محطة الربة	28
.15	معدلات الأمطار السنوية لمحطة الرصد الجوي في الربة	30
.16	توزيع الأمطار في منطقة الدراسة	31
.17	معدل درجات الحرارة الشهري لمحطة رصد الربة	33
.18	معدل الرطوبة لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة	34
.19	كميات التبخر الكلية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربـ	36
.20	معدل سرعة الرياح في محطة الربة	38
.21	استعمالات الأراضي في منطقة الدراسة	40

22.	شبكة المجاري المائية في حوض وادي بن حماد	50
23.	رتب الأودية في حوض وادي بن حماد	53
24.	منحنى الارتفاع ونسبة المساحة في منطقة الدراسة	54
25.	مواقع أخذ عينات التربة في وادي بن حماد	56
26.	قيم الحموضة لعينات التربة في وادي بن حماد	62
27.	قيم الموصلية الكهربائية (µS/cm)	63
28.	قيم المادة العضوية لعينات التربة	64
29.	نسبه كربونات الكالسيوم (%) لعينات التربة	65
30.	مخطط توضيحي يبين كيفية اشتقاق خريطة انجراف التربة	80
31.	عامل الانجراف بفعل الأمطار في حوض وادي بن حماد	82
32.	عامل قابلية التربة على الانجراف (K)	84
33.	اتجاه الانحدار في حوض وادي بن حماد	85
34.	درجات الانحدار في حوض وادي بن حماد	85
35.	عامل الطبوغرافيا في انجراف التربة (LS)	86
36.	أنماط استعمالات الأراضي في حوض وادي بن حماد	87
37.	عامل الغطاء الأرضي في انجراف التربة	88
38.	أنماط انجراف التربة في الحوض اعتمادا على نموذج RUSLE	89
39.	معدل انجراف التربة في الحوض اعتمادا على نموذج RUSLE	90

الملخص

الناتج الرَّسوبي في هضبة الكرك وأثره على كفاءة السُّدود المائية بإستخدام نُظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. حالة دراسيَّة : حوض وادي بن حمَّاد/ الأردن

رمزي أمين المعايطة

جامعة مؤتة، 2015

تناول هذا البحث موضوع تقدير الناتج الرسوبي في حوض وادي بن حماد الواقع إلى الشمال الغربي من محافظة الكرك. وقد هدف البحث إلى دراسة حوض وادي بن حماد وتحديد التوزيع المكاني لكمية الناتج الرسوبي السنوي. وقد تم ذلك من خلال استخدام نموذج المعادلة العالمية لتقدير انجراف التربة . ولتحقيق ذلك تم إعداد مصفوفة من المتغيرات الخاصة بالمعادلة جرى قياسها من الصور الجوية والعمل الميداني، وهي : عامل تعرية المطر وعامل قابلية التربة للتعرية وعامل الطبوغرافيا وعامل الغطاء النباتي والإدارة البيئية وعامل الإجراءات المحدة من الانجراف ثم تمثيلها على خرائط موضوعية باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية وبيانات الاستشعار عن بعد في إنتاج الخرائط الخاصة بهذه الدراسة. وقد خلصت الدراسة إلى أن معظم الأجزاء الوسطى الشمالية والجنوبية من الحوض ترتفع فيها معدلات انجراف التربة . وينخفض معدل الانجراف في التربة إلى أقل من (10 طن/هكتار/سنة) في الأجزاء الشرقية والأجزاء الغربية من الحوض. ويشير الوضع العام لانجراف التربة في الحوض إلى ارتفاعه بشكل كبير جداً ليصل إلى (أكثر من 100 طن/هكتار/سنة) وخاصةً في المناطق غربي بتير والياروت، مما يؤثر بشكل سلبي على المشاريع الهندسية كبناء السدود مثل السد المنوي اقامتة في المنطقة لأن ذلك يؤدي إلى انخفاض الطاقة الاستيعابية للسد وانخفاض العمر الافتراضي له ويصبح بعد فترة قصيرة جسم خرساني لا يستفاد منه . مما يفرض ضرورة اتخاذ الإجراءات السريعة والفورية للتخفيف من حدة الانجراف فيها ، كبناء المصاطب والمدرجات وزراعة الأشجار الحرجية وتطبيق أساليب صيانة التربة خصوصاً في المناطق ذات الانحدار العالي إلى الشديد . واعتماداً على التحليل الذي تم في هذه الرسالة من الممكن إعطاء فكرة جيدة عن الإنتاج الرسوبي من الحوض بعد الأخذ بعين الاعتبار عمليات التعرية الأخرى التي تشمل الانهيارات الأرضية وغيرها من العمليات الجيومورفولوجية .

Abstract

Sedimentary production in Kerak plateau and its impact on the efficiency of water Dams using Geographic Information System (GIS) and remote sensing.

The Case Studyof Wadi bin Hammad basin / Jordan

Ramzi AL-Maʼaitah
Mu'tah University, 2015

The research has discussed estimation of soil erosion in wadi Bin-Hammad Basin which is located north east of Alkarak city. This work has aimed to study Bin-Hammad Basin and to definite location distribution of annual quantity for Sedimentary production by using Global equation model to estimate soil erosion .(RUSLE) Revised Universal Soil Loss Equation

Variables matrix of this equation has been done to achieve this estimation by using aerial photographs and field work which are: erosion by rain factor, soil susceptibility for erosion factor, topography factor ,vegetation with environmental management factor and anti- drift mechanisms, then represent all these factors on thematic maps using geographic information systems and remote sensing data to prepare maps.

Conclusion of this research come up with that most middle north and south sites of the basin have high level of soil erosion, while soil erosion rate come down in east and west sites of the basin, and general situation of soil erosion demonstrates very high rate to the level of (more than 100 ton/ hectare per year) specially in areas of east Bateer and Yaroot which has bad effects on engineering projects such as building dams , an example for that is the proposed dam which is intended to be build in the area, anticipated consequences because of that are low absorptive capacity and reduction life span of the dam that leave it as not more than useless concrete mass within short period, these expected consequences imposes quick and immediate action to alleviate the drift, such as building terraces, planting forest trees and implement soil conservation methods, especially in (high to extreme) declivity areas. Depending on the analysis that has been in this letter it is possible to give a good idea of the sedimentary production from the basin after taking into account other erosion which include landslides and other geomorphological processes .

الفصل الأول

خلفية الدراسة وأهميتها

1.1 المقدمة :

تشكل الأرض مورداً طبيعياً هاماً يضم التربة ومصادر الماء والنبات الطبيعي. وتمثل الأشكال الأرضية والمواد الصخرية وما يعلوها من الرواسب السطحية إضافة للمناخ، العناصر الأساسية في المركب الأرضي والعوامل المحددة لخصائصه، ولهذا لابد لنا قبل البدء بإعداد أي مشروع تنموي وتطويري للأراضي لا بد من تحليل الأراضي ومعرفة خصائصها، ومعرفة الأخطار الجيومورفولوجية المتمثلة في انجراف التربة والانزلاقات الأرضية واستقرارية السفوح وغيرها.

نال موضوع قياس معدلات الناتج الرسوبي اهتمام الجيومورفولوجيين والمختصين بعلوم التربة والزراعة والهندسة، لما ينتج عن ذلك من مشاكل بيئية متعددة مثل التصحر وتراجع الإنتاج الزراعي والتلوث الرسوبي وتعطيل مشاريع الري كالأقنية والسدود

يعد الناتج الرسوبي في حوض وادي بن حماد ناتجا للنشاط الحتي الذي تقوم به الشبكة المائية ضمن الحوض المائي ويعتمد الناتج الرسوبي لأي حوض على عوامل فيزيوغرافية مثل تضرس الحوض النهري وكثافة الشبكة المائية وعوامل سطحية مثل نوع التربة والغطاء النباتي واستخدام الأراضي والأنشطة البشرية وعوامل جوية تشمل شدة الإمطار وتكرارها وفصليتها. وتتم تغذية الناتج الرسوبي للوادي من خلال التصريف المائي للروافد الفرعية التي تصب في مجراه الرئيس، حيث تقوم تلك الروافد بنقل نواتج التجوية وألحت لمسافات مختلفة تتناسب مع طاقتها النهرية وخصائصها المورفومترية (الضمور، 2013).

ولهذا فان تحديد حجم الناتج الرسوبي مهم للتعرف على أخطاره على موارد المياه والتربة والمشاريع الزراعية والمائية، من أجل اقتراح حلول مناسبة لهذه المشاريع.

أشارت العديد من الدراسات إلى أن الإنسان عامل مؤثر في العمليات الجيومورفولوجية و الترسيب وذلك لما يسببه بفعل ممارساته الخاطئة مثل الرعي

الجائر والحراثة الخاطئة وإقامة المباني والمقالع الحجرية والتوسع العمراني العشوائي وغيرها .

وينجم عن هذه الأنشطة تدهور خصوبة التربة والقضاء على الغطاء النباتي وزيادة قابلية التربة للانجراف وزيادة حدوث الفيضانات وانجراف التربة بكميات كبيرة والتي تتوضع في نهاية المطاف أما في السهول الفيضية للأودية أو خلف السدود المائية التي يتم إنشاؤها على هذه الأودية مما يقلل من كفاءتها وتحولها إلى أجسام خراسانية مملوءة بالرسوبيات المختلفة .

2.1 مشكلة الدراسة:

يتصف حوض وادي بن حماد الذي يقع في بيئة شبه جافه إلى جافة بقلة الغطاء النباتي والتضرس الشديد والأمطار الفجائية، مما يشير إلى أن عمليات الحت والنقل والإرساب كبيرة ضمن هذا الحوض، وقد شرعت وزارة المياه والري الحفر لإنشاء سد مائي على هذا الحوض لحجز حوالي 4 مليون متر مكعب وبكلفة حوالي 25 مليون دينار(وزارة المياه والري، 2015) .

وتبرز مشكلة الدراسة في حاجة المنطقة إلى دراسة لتقدير الناتج الرسوبي لبيئة الحوض حيث لم تدرس أراضي الحوض مطلقا. وبالتالي تفيد هذه الدراسة في تقدير حجم الرسوبيات التي ينقلها الوادي والتي ستحدد كفاءة أي سد سيقام في المنطقة والعمر الافتراضي للسد. ومن خلال هذه الدراسة سيتم تحديد المناطق الأكثر عرضة للانجراف من أجل معالجتها.

3.1 أهمية الدراسة:

تأتي أهمية هذه الدراسة في معرفة حجم الرسوبيات التي تنتج في الحوض والتي بدورها ستؤثر على كفاءة أي سد داخل هذا الحوض، علما بأن الناتج الرسوبي في البيئات التي يتراوح معدل أمطارها من (250ملم إلى 350 ملم) سنويا كما هو في منطقة الدراسة، تعد مرتفعة جدا مقارنة بالبيئات المناخية الأخرى (العرود، 2015). لذا فان أي مشروعات مائية ذات علاقة بإنشاء السدود في هذا

الحوض يجب أن تأخذ بالاعتبار الإنتاج الرسوبي العالي، مما يستدعي إدارة حصيفة للبيئة الحوضية، حتى لا تصبح السدود المائية مستودعات لتجمع الرسوبيات.

4.1 أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تفحص حوض وادي بن حماد وتحديد التوزيع المكاني لكمية الناتج الرسوبي السنوي اعتماداً على خصائصه المورفولوجية والمورفومترية والجيولوجية والهيدرولوجية والمناخية والغطاء النباتي التي تسهم في زيادة الناتج الرسوبي وتحديد المناطق ذات الناتج الرسوبي العالي ضمن الحوض، ثم تمثيلها على خرائط موضوعية باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية Geographic Information System مثل $\text{Arc View}_{3.1}$ و GIS Arc map_{10}، و بيانات الاستشعار عن بعد Remote Sensing والمسح الميداني .

5.1 أسئلة الدراسة:

تحاول هذه الدراسة الإجابة على التساؤلات التالية :

1. ما أثر العوامل السطحية:(قابلية التربة للانجراف والانحدار واستعمالات الأراضي) والعوامل الجوية (كمية الأمطار) على الناتج الرسوبي للوحدات الأرضية المختلفة ؟
2. ما حجم الرسوبيات التي ينقلها الوادي والتي ستحدد كفاءة السد وعمرة الافتراضي؟

6.1 مبررات الدراسة :

1- قلة الدراسات السابقة التي تناولت هذا الموضوع محليا على الرغم من أهميته في المجالات الزراعية ودراسات التربة وإنشاء السدود .

2- ارتباط الناتج الرسوبي بالعديد من المشكلات البيئية مثل توضع الرواسب في القنوات النهرية والسدود المائية، وتدهور نوعية مياه الأنهار، مما يتطلب وضع استراتيجيات لإدارة الأحواض المائية وحماية تربتها من الانجراف.

3- يعتبر وادي بن حماد بيئة مناسبة للدراسة كنموذج يمكن تعميم نتائجه بسبب تنوع ظروفه المناخية والجيومورفولوجية لذلك فان هذه الدراسة تقدم للمختصين والباحثين المعلومات الضرورية عند القيام بدراسة مشابهة على الأحواض المائية التي تنسجم مع الظروف المناخية للوادي.

4- تشكل أراضي الحوض بيئة ملائمة للنشاط الزراعي غير أن خطر الانجراف يهدد إنتاجية هذه الأراضي.

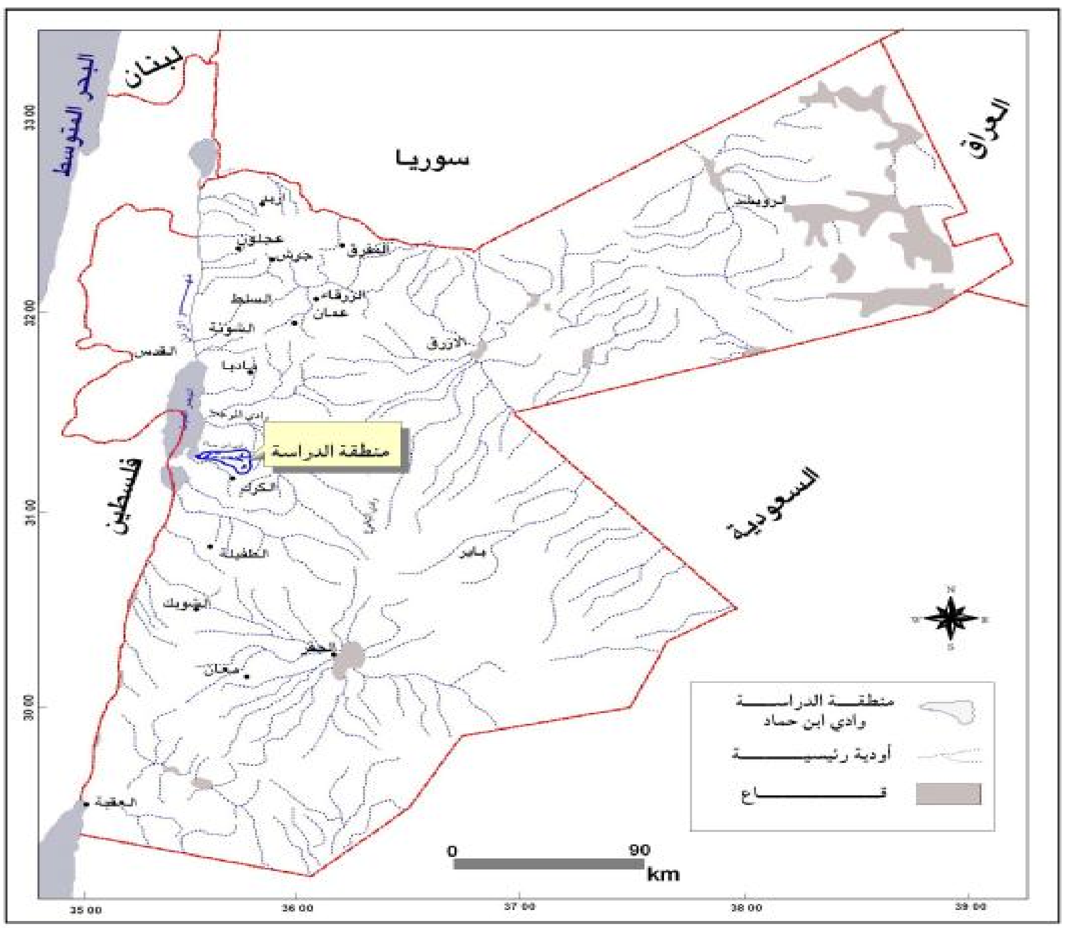
الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

1.2 منطقة الدراسة :

يقع حوض وادي بن حماد إلى الشمال الغربي من محافظة الكرك بين خطي الطول (35^{0} $44'$ $41''$ - 35^{0} $13'$ $8''$) شرقاً وبين دائرتي العرض (31^{0} $20'$ $49''$ - 31^{0} $13'$ $27''$) شمالاً.

وتبلغ مساحة الحوض بحدود (136,13) كم^{2}. يحد الحوض من الشرق حوض وادي الموجب ومن الشمال حوض وادي الجرة ومن الجنوب حوض وادي الكرك ومن الغرب البحر الميت. ويوضح شكل(1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة.



شكل (1) موقع منطقة الدراسة (حوض وادي بن حماد)

المصدر : أطلس الأردن العام، 2011، المركز الجغرافي الأردني، 2015.

2.2 مفهوم الناتج الرسوبي:

الناتج الرسوبي عبارة عن كمية الرواسب المزالة بواسطة الجريان السطحي من وحدة المساحة خلال زمن معين، أو أية كمية يتم جرفها وتنقل من مكانها إلـــى مكان أخر في الحوض وتترسب فيه، وتتوضع المواد المجروفة في النهاية عند بيئة المصب بأشكال مختلفة منها المراوح الفيضية (سلامه، 2007).

لقد أسهمت المشاكل الناتجة عن عملية الترسيب في لفت نظر المخططين إلـــى ضرورة الاهتمام بهذه العمليات ودراستها وأخذها بعين الاعتبار عند إقامة الســـدود على المجاري المائية.

3.2 مصادر الناتج الرسوبي:

1. عمليات التجوية:

تنشط عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية على طول مجرى وادي بن حماد، مما يمهد المواد الصخرية للنقل والترسيب. وقد ساعد التفاوت في درجات الحرارة على زيادة نشاط التجوية الميكانيكية في تفتيت الصخور وتحضير المـــواد اللازمـــة للانجراف بكميات كبيرة (الظاهر، 1989).

2. الحت المائي :

يتعرض مجرى وادي بن حماد وضفافه لعمليات الحت بفعل الجريـــان المـــائي خاصة في الفصل المطير نتيجة لارتفاع كمية التصريف المائي وسرعة الجريان.
وتسهم عمليات الحت المستمر لجوانب القناة وضفافها في زيادة كمية الرواسب فـــي الوادي، كما تعمل المياه الجارية فـــي الـــوادي علـــى نقـــل الفـــراش الصـــخري Streembed.

كما أن الفراش الصخري يعمل على توجيه عمليات الحت في الكثيـــر مـــن المواضع.

فنجد أن الحت يتجه إلى السرير في حالة صلابة الضفاف كما هو الحال في منطقة المنابع والوسط (Gottschalk,1964).

3. الانهيارات الأرضية: تحدث الانهيارات الأرضية في حوض وادي بـــن حمـــاد عند حدوث الفيضانات أو أثناء العواصف غزيرة الأمطار، وخاصة إذا كانت جوانب الوادي شديدة الانحدار كما هو الحال في المنطقة الممتدة على جـــانبي المجرى الرئيس للوادي.

أما في الأجزاء الدنيا من الوادي فتقل الانهيارات الأرضية نتيجة لقلة الأمطار وقلة انحدار الضفاف مقارنة بالأجزاء العليا والوسطى، وتنشط الانهيارات الأرضية من خلال ما يلي :

1- زيادة النشاطات البشرية المتمثلة في إنشاء المباني وزراعة الأراضي القريبة من ضفاف المجرى الرئيس للوادي، مما زاد من احتمالية حدوث الانهيارات.
2- قلة الغطاء النباتي في بعض أجزاء الحوض يؤدي إلى ضعف تماسك مواد السطح وزيادة قابليتها لحدوث الانهيارات الأرضية .
3- قوام الصخر وعدم استقراره، ويظهر أثر ذلك من خلال ارتفاع كثافة الشقوق في التكوينات الصخرية الجيرية والرملية على طول المجرى، مما يؤدي إلى تسرب الماء داخل الصخر وزيادة نشاط التجوية الكيميائية والميكانيكية وحدوث انهيارات.
4- عدم استقرارية السفوح بفعل الانجراف خاصة في المناطق شديدة الانحدار.

4. انجراف التربة :

يرتبط الناتج الرسوبي للوادي بعملية انجراف التربة التي تقوم بها المسيلات والجداول الصغيرة التي تصب مباشرة في المجرى الرئيس. وتتأثر كميات انجراف التربة التي تقوم بنقلها المسيلات والجداول في حوض وادي بـــن حمـــاد بكميـــات الأمطار وتركزها وشدة الانحدار وكثافة الغطاء النباتي ودرجة تماسك التربة، فنجد أن بعض الأجزاء التي تتصف بارتفاع كميات الأمطار وشدة الانحدار وقلة تماســـك حبيبات التربة تتميز بارتفاع كميات التربة المنجرفة مقارنة مع الأجزاء الأخـــرى، بدليل ظهور التكشفات الصخرية في بعض الأجزاء من الحوض. ويؤدي انخفـــاض الغطاء النباتي في زيادة معدلات انجراف للتربة، إذ لوحظ أن قلة الغطاء النباتي في

تلك الأجزاء قد ساهم في تفتيت التربة وعدم تماسكها وبالتالي زيادة كميات التربة المنقولة.

4.2 الخصائص الطبيعية لحوض وادي بن حماد:

أثر الخصائص الطبيعية على الناتج الرسوبي في حوض وادي بن حماد.

تعتبر الخصائص الطبيعية للأحواض المائية من أهم العوامل التي تقوم بدور واضح في التأثير على الناتج الرسوبي لهذه الأحواض وتشمل:

1. البناء الجيولوجي Geological Formation
2. التضاريس Topography
3. الغطاء النباتي Vegetation Cover
4. التربة Soil
5. المناخ Climate
6. استخدام الأرض Land use/Land cover

1.4.2 **البناء الجيولوجي** Geological

تعد الخصائص الجيولوجية لحوض وادي بن حماد انعكاسا للحركات التكتونية التي أثرت في الحوض، خصوصا تلك التي شكلت نطاق الحافة الصدعية المحاذية لحفرة الانهدام والصدوع السائدة في الحوض مثل صدع الكرك – الفيحاء.

وتزامنت الحركات الأرضية التكتونية مع التغيرات المناخية على امتداد العصور. تغطي المنطقة وحدات صخرية مختلفة في مكوناتها وفترات تكونها تتراوح أعمارها من الحقبة القديمة وحتى الحديثة، خريطة رقم (2) ويوضح الجدول (1) الطبقات الصخرية.

1. الحقبة القديمة Paleozoic:

تتكون تكوينات هذه الحقبة من صخور عصر الكامبري عمرها من 570 مليون إلى 500 مليون سنه وتتركز على صخور الركيزة الأردنية المتبلورة (ما قبل الكامبري) (عابد، 1982).

يعتبر تكوين أم عشرين الرملي (كامبري مبكر – كامبري أوسط) والذي يعلو تكوين البرج الدولوميتي الطفلي أقدم الصخور المتكشفة في المنطقة من مجموعة رم الرملية، ويعلوها شمال تكوين أم عرنا الرملي وحجر رمل الكرنب، (عابد، 1982).

ويتكشف 120- 200 متر من صخور هذا التكوين في الأجزاء الغربية من المنطقة في الوديان العميقة وعلى طول الحواف الصخرية المحاذية للبحر الميت ويتكون من حجر رملي سيليسي إلى أركوزي بني إلى اصفر متوسط حجم الحبيبات وفي الأجزاء العليا توجد طبقات رقيقة من الحجر الرملي الناعم والغرين، ترسبت صخور هذا التكوين في عدد من قنوات الأودية المتفرعة في منطقة الدراسة .

يتكشف تكوين أم عرنا الرملي (من 0-20 متر) إلى الشمال من مصب وادي ابن حماد وهو عبارة عن دورات صخرية تصبح أنعم إلى الأعلى ويشكل الحجر الرملي والتطبق المتقاطع قاعدة كل هذه الطبقات يعلوه الغرين وترسبت صخور هذا التكوين في قنوات نهرية متفرعة وأخرى قليلة التعرج (عابد، 1982).

2. الحقبة المتوسطة Mesozoic:

امتدت من 248 مليون سنه وحتى 65 مليون سنه وهي تتكون من صخور مجموعة حجر رمل الكرنب (الكريتاسي الأسفل _ نيوكومي _ سينوماني مبكر) وتتوضع هذه المجموعة بعدم توافق على تكوين أم عشرين وأم عرنا الرمليين ويصعب أحيانا تمييز الحد الفاصل بين تكويني الكرنب وأم عشرين نظرا لتأثير عوامل التجوية، الجزء الأسفل من الكرنب هو حجر رملي ابيض سيليسي متوسط إلى خشن فيه حبات المرو وفيه تطبق متقاطع، إما الجزء العلوي فهو حجر رملي عديد الألوان ومتوسط الحبات يبلغ سمك هذه المجموعة من (164_ 250 متر)، ترسبت في بيئة نهرية ذات قنوات متفرعة ومتعرجة، ويشكل تكوين ناعور قاعدة مجموعة عجلون (سينوماني) ويبدأ بفئة الجهيرة (40-70متر) التي تتكون من طبقات أفقية من حجر رملي سيليسي وليمونيتي متوسط إلى ناعم، تعكس فئة الجهيرة وبقية تكوين ناعور ازدياد التأثير البحري والبيئة الرسوبية هي جيرية تضم بيئات بحرية ضحلة وبيئات أكثر عمقا وهنالك أدلة على فترات برزت فيها الصخور

فوق مستوى سطح البحر وتشكل الصخور الجيرية المارلية التي تتخللهـا طبقـات رقيقة من الحجر الجيري تكوين الفحيص والحمر والشعيب التي يسـتحيل الفصـل بينها في المنطقة ويتراوح سمكها مجتمعه بين (150 _ 200 متر).

الجزء السفلي من تكوين وادي السير هو طبقة بارزة من الحجـر الجيـري الكتلي الذي يحوي على أحافير يتلو ذلك حجر جيري دولومايتي إما الجزء العلـوي من التكوين هو حجر جيري مستحاثي ترسب في بيئات مختلفة.

تبدأ مجموعة البلقاء بتكوين وادي أم الغدران و يبلغ سمكة حوالي 90 متـر مقسم إلى ثلاثة فئات:

أ_ الطباشير السفلية :

ب_ حجر جيري ميكريتي وفوسفاتي ودولوميتي وصوان

جـ _ الطباشير العلوية

ويتوضع فوق تكوين أم الغدران تكوين عمان الصواني حـوالي 90 متـر، يتألف من طبقات رقيقة ومتوسطة السمك من صخور مختلفة يغلب عليهـا صـوان رمادي وابيض وحجر جيري رمادي مجهري ومارل طباشيري وكوكينـا محاريـة يفصل بين تكوين عمان الصواني وتكوين الحسا الفوسفاتي (سمكه 80 متـر) حـد تدريجي يتميز بازدياد الفوسفات ونقص الصوان (عابد، 2009) وتقـارير سـلطة المصادر الطبيعية.

3. الحقبة الحديثة Cenozoic:

امتدت من 65 مليون سنه وحتى الآن، يتكشف حوالي 50 متر من تكـوين الموقر الطباشيري المارلي (ماسترختي _ باليوسين) في منطقة الذراع على حافـة انخساف البحر الميت حيث الفوالق الكثيرة التي تؤثر على التتابع الصخري وتتألف صخور هذا التكوين من مارل طيني _ ودرنات من الجـص الكبريتـي _ وحجـر جيري طباشيري، في منطقة الذراع يتوضع من 20 إلى 150 متر مـن تكـوين أم الرجام الصواني الجيري فوق تكوين الموقر ويتوضع تكـوين ضـانا الرصيصـي (اوليجو _ بليوسين) بعدم توافق على تكوين أم الرجام الذي يتكشف ضـمن حـدود منطقة الدراسة.

ترسبت صخور هذا التكوين على حواف البحر الميت في مراوح نهرية وبيئات بحرية . ويغطي تكوين اللسان المارلي (بليستوسين متأخر) بعدم توافق الصخور القديمة ويمكن تمييز ثلاث سحنات منها:

أ- رقائق المارل والجص ب - رمل جيري وحجر رملي جـ - رمل جيري ملتحم يحتوي على تطبق متقاطع.

وتوجد تدفقات بازلتية (0- 100 متر) على الهضبة الشرقية يتراوح عمرها من (1-17 مليون سنه) مؤلفة من البازلت القلوي .

تتكون العناصر التركيبية من صدوع وطيات والتواءات يمكن تمييز أربعة أنظمة معقدة منها:

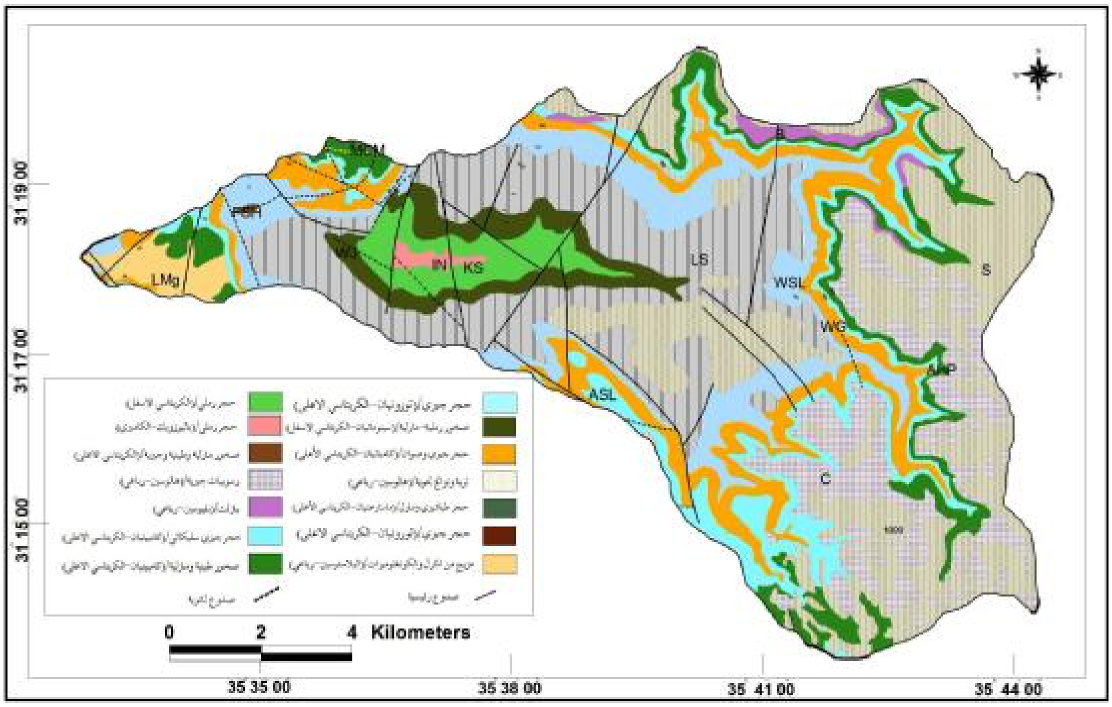
1- نطاق تصدع الكرك الفيحاء (شمال غرب – جنوب شرق) حيث اندفعت قواطع البازلت.
2- صدع البحر الميت الرئيسي: تغطية رسوبيات مارل اللسان والمراوح النهرية ويتميز هذا الفالق برميه أجماليه نحو الغرب تصل إلى عدة مئات من الأمتار يتفرع عن فالق البحر الميت الرئيسي فوالق الذراع وصرفا، بينما تعرضت الصخور الرسوبية فوقها لعمليات الطي والطيات هي غير متماثلة ويقطع تركيب شيحان سواقة التوائي الذراع وصرفا.تركيب شيحان سواقة، هو فالق عامودي اتجاهه شمال شمال شرق _ شرق شمال شرق وهنالك طيات ترافق هذا التركيب تكونت نتيجة الحركات الأفقية الجانبية.
3- طيه الحديثة المقعرة: اتجاه محورها نحو شمال شمال شرق _ جنوب جنوب غرب وتغطس باتجاه شمال شمال شرق الحت الرأسي على طول الأودية الرئيسية هو نتيجة التصدع والهبوط النسبي في انهدام البحر الميت ويشكل الربع الشرقي من المنطقة هضبة مغطاة في وسطها بازلت جبل شيحان ويقطعها في الشمال وادي الموجب يحدها غربا منطقة صدعية وعره (غرب الياروت) مغطاة بالبازلت، إما منطقة الانهدام فيغطيها حاليا البحر الميت (عابد، 1982).

جدول (1)

الوحدات الصخرية في منطقة الدراسة

الحقبة	العصر	الصخور (التكوين)
		تربة ونواتج تجوية
		مزيج من المارل والكونغلوميرات
الحقبة الحديثة	الرباعي	رسوبيات جيرية
		بازلت
		حجر جيري
		حجر جيري وصوان
	الكريتاسي الأعلى	حجر طباشيري ومارل
الحقبة		حجر جيري سيليكات
المتوسطة		صخور مارلية وجيرية وطينية
	الكريتاسي الأسفل	الحجر الرملي الكتلي
		تكوين أم عشرين
	الكامبري	حجر رملي وصخور ما قبل الكامبري
الحقبة القديمة		

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على الخرائط الجيولوجية مقياس 50000:1



شكل (2) التكوينات الجيولوجية لوادي بن حماد

المصدر:الخرائط الجيولوجية مقياس 50000 :1(سلطة المصادر الطبيعية 2002)

2.4.2 **التضاريس** Topography :

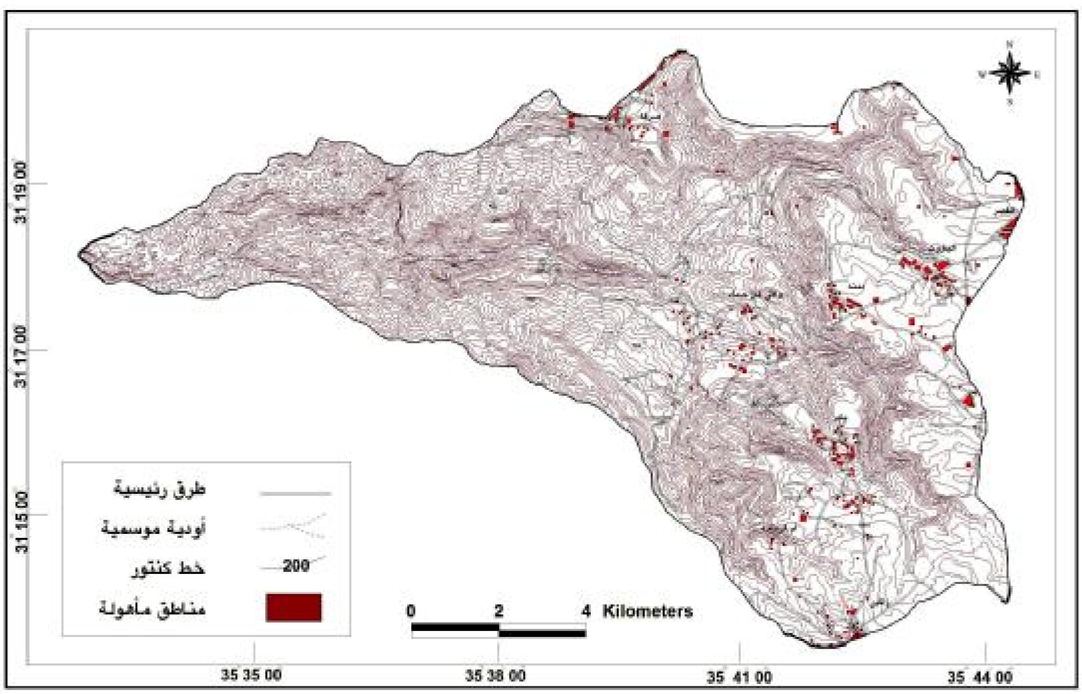
من العوامل الطبيعية التي تؤثر بشكل مباشر في الجريان السطحي لمياه الأمطار تضاريس سطح الأرض. الأراضي المنحدرة وشديدة الانحدار تكون سرعة الجريان فيها عاليه وتقل فيها سرعة التسرب الذي ينعدم نهائيا إذا كان الانحدار شديدا والسطح عاري من التربة، أما إذا كان هنالك شقوق صخرية أو غطاء من التربة يزداد التسرب.

ولقد أجرى (Yair & Lavee, 2009) تجربة لقياس نسبة التسرب على منطقتين الأولى منحدر جاف وصخر أساس متكشف والثانية تتكون من تربه فكان التسرب في التربة أعلى مع نفس كمية الأمطار من هنا يظهر دور التضاريس في عملية الجريان السطحي.

وفي منطقة الدراسة عدة إشكال تضاريسية وهي منطقة الجبال المرتفعة والتي تعد أشد مناطق الدراسة انحدارا مقارنه مع الأجزاء الأخرى من منطقة

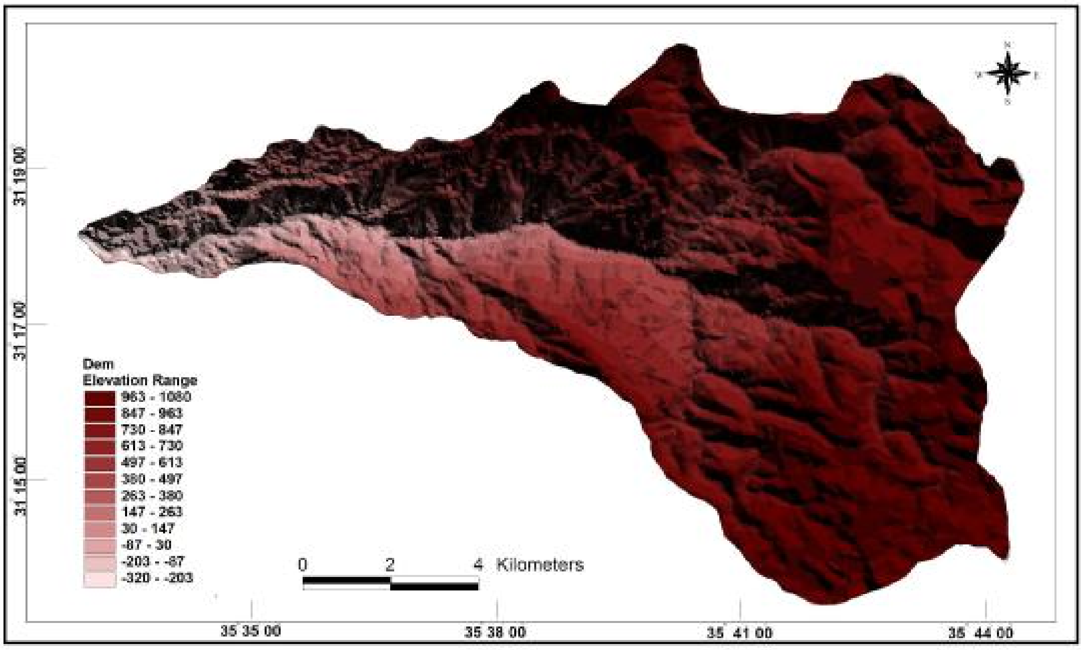
الدراسة أما الشكل التضاريسي الثاني هي المناطق الهضابية التي تشكل معظم أجزاء منطقة الدراسة أما الشكل التضاريسي الثالث فهو خانق وادي بن حمـــاد ويتصـــف بانحداره وعمق مجاريه، ويظهر ذلك من خلال تلاصق خطوط الكنتور.

من خلال ما سبق تظهر تأثيرات تضـــاريس ســطح الأرض فـــي منطقـــة الدراسة، والمتمثلة في سرعة جريان الأودية لانحدارها الشديد وفارق المنسوب بينها وبين مصب وادي بن حماد الذي يزيد من سرعة وصول موجات التصريف ويقلـــل كمية التسرب نتيجة لعمق مجاري الأودية واتساعها في هذه المنطقة، أمـــا منطقـــة الهضاب التي تنحدر باتجاه الغرب انحدارا خفيفا مع وجود التلال فقد ســـاهم فـــي تطور بعض المجاري المائية وخاصة في منطقة الياروت وبتيـــر وصـــرفا حيـــث يتكشف الصخر في معظم التلال في هذه المناطق مما يساهم في زيادة الجريان التي تعمل على تطور المجاري المائية ، كما نلاحظ عمق الأودية فـــي منـــاطق غـــرب الياروت وبتير وصرفا التي ساهمت في تطوير عمق المجاري المائيـــة فـــي هـــذه المنطقة والانحدار الشديد باتجاه مصب وادي بن حماد .



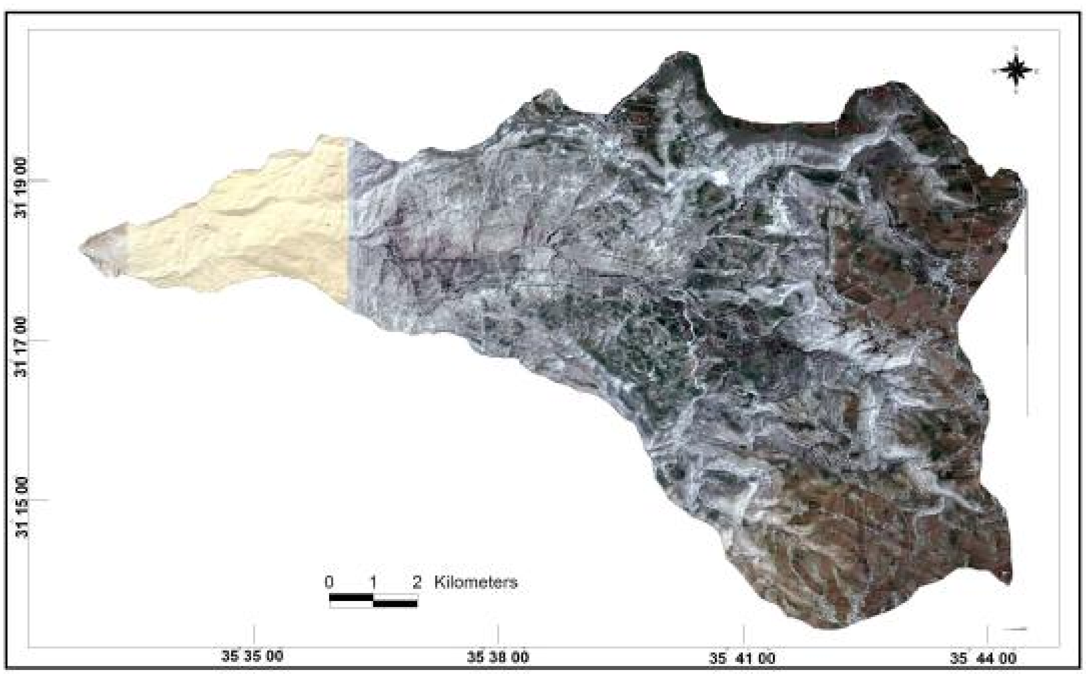
شكل (3) الخارطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة

المصدر : (المركز الجغرافي الملكي 2002)



شكل (4) نموذج الارتفاعات 3D لحوض وادي بن حماد

المصدر : عمل الباحث اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية بمقياس 50000 :1 لوحة الكرك



شكل (5) مرئية فضائية لحوض وادي بن حماد- المصدر : وكالة المسح الأمريكية

3.4.2 الغطاء النباتي Vegetation Cover :

للغطاء النباتي اثر كبير وواضح على الإنتاج المائي السطحي وجميع عناصر الموازنة المائية للحوض النهري ، يظهر تأثير الغطاء النباتي على الجريان السطحي من خلال فقدان الكثير من الهطال المطري بعملية التبخر والنـــتح التـــي تعوضـــها باستمرار من رطوبة التربة أي إن زيادة الجريان تعتمد على النقص في كمية التبخر والنتح في حوض الدراسة (جبوري، 1988) .

كذلك يتضح تأثير الغطاء النباتي على الجريان السطحي من خلال اعتراضه لمياه الأمطار التي تؤدي إلى زيادة التسرب وتأخير وصول الفيضان إلـــى مجـــرى النهر، ويعمل الغطاء النباتي على منع التربة من الانجراف الذي يقلل مـــن كميـــة الرواسب المنقولة إلى مجرى الحوض (Philip,2007)

وفي حالة كون الغطاء النباتي غير موجود أو متناثر تكون قـــدرة الأمطـــار على حت وتعرية التربة عالية وبالتالي فان حجم الرواسب الذي ينتقل يكون كبيرا، وهذا يظهر في منطقة الدراسة التي تعد ذات غطاء نباتي متناثر وخفيف ومعـــدوم أحيانا. ويدل ذلك على ارتفاع كمية الرواسب المتجمعة في سد وادي الموجب التـــي تبلغ تقريبا 15 متر علما بأنه لم يمر على انشائة سوى 10 سنوات تقريباً (ســـلطة وادي الأردن، 2009).

ويعد الغطاء النباتي الطبيعي انعكاس لكل من الطبوغرافيا والمناخ وخاصـــة الأمطار والتربة والأشكال الأرضية، إذ تم تصنيف النبات الطبيعي في حوض وادي بن حماد وفقا لأقاليمهـــا المناخيـــة الحيويـــة Bioclimatetic باســـتخدام مقيـــاس أمبيرجر(1955) (Eisawi,1996) والذي يعتمد على معـــدل الهطـــول المطـــري السنوي ومعدلات درجات الحرارة العظمى والصغرى ضمن أجزاء الحوض وفيـــه يقسم إلى أربعة أقاليم رئيسية :

أ. **الإقليم الإيراني الطوراني** Irano-Turanian Region

تبلغ معدلات الأمطار به (100-250) ملم سنويا وترتفع درجات الحرارة إلى (17^0) وتعاني تربته من فقدان قطاعاتها نتيجة لعمليات الانجراف. لذلك تظهر في كثير من الأحيان تكشفات صخرية بين غطاءا ته النباتية، ويشمل هذا الإقليم ما

نسبته (45%) من أراضي الحوض، ويعد الشيح والقطف الملحي والحمض والدغل وشوك الخش وخزامى جليان أهم النباتات السائدة فيه (الجنيدي، 1993).

ب. الإقليم الحيوي المتوسطي Semi-Arid Mediterranean Bioclimatic

يتصف هذا الإقليم بمعدلات هطول سنوية تتراوح ما بين (200-300) ملم ومعدلات درجة الحرارة معتدلة صيفا وباردة شتاءا، لذا يتواجد في الأجزاء الجنوبية الشرقية والشمالية الغربية من الحوض والتي يزيد ارتفاعها عن (1000) متر فوق سطح البحر وعلى مساحة تقدر بحوالي (25%) من أراضي الحوض وتحوي نباتات مثل البطم والصنوبر والعرعر.

ج. الإقليم السوداني شبة الاستوائي Semi-Tropical or Sudanin Region

يمثل هذا الإقليم ما نسبته (10%) من مساحة الحوض في الجهات الغربية الغورية والمتاخمة للبحر الميت، حيث تتميز هذه المناطق بارتفاع درجات الحرارة لنصل في فصل الصيف أحيانا إلى (40^0)، ويتدنى معدل الهطول إلى اقل من (80) ملم سنويا وينخفض منسوبة إلى أقل من 200 متر تحت مستوى سطح البحر. ويتمثل في تكوينات مارل اللسان في الغور حيث ينمو السدر والزقوم واليراك وغيرها.

د. الإقليم الهامشي Steppe Region

يتصف هذا الاقليم بمعدلات أمطار تتراوح ما بين (100-150) ملم كما هو الحال في وسط الحوض على مساحة تقدر بحوالي (20%) من مساحة الحوض. ومن أهم أنواع النباتات فيه الشيح الذي يتواجد على المنحدرات الشديدة للأودية مصاحبا لأصناف القبا والنميص والرتم والصر وبعض الأعشاب.

تقسم النباتات الطبيعية في منطقة الدراسة إلى:

1. الأشجار الحرجية : توجد على خط تقسيم المياه الجنوبي الشرقي لمنطقة الدراسة والتي تمتد من منطقة مجدولين، شحتور حتى الربة، كما تسود في منطقة بتير وعلى السفوح العليا لمنطقة الدراسة، أما المنطقة الشمالية من منطقة الدراسة فتوجد الأشجار الحرجية في منطقة الياروت ومن أهم أنواعها السرو واللزاب، ويوجد أيضا في قرية وادي بن حماد بعض الأشجار الحرجية .



شكل (6)الأشجار الحرجية في منطقة الدراسة. المصدر : عمل الباحث

2. النباتات الجبلية: تتواجد في المنطقة على سفوح الأودية وقمم التلال التي تتكشف بها الصخور ويقل سمك التربة في مجاري المسيلات المائية الصغيرة.

وتقسم هذه النباتات إلى نوعين هما الشجيرات والنباتات العشــبية وأكثــر تواجــد للشجيرات على سفوح الأودية ومجاري المسيلات المائية حيث تغطي ســفوح وادي بن حماد ويمتد انتشارها شمالا من منطقة الدراسة (شمال الياروت).

وقد تم قياس كثافة النبات في النقطة (1) وكانت كثافة النبات (8) نبتة \ م^2 وغطت مساحة 20% من سطح التربة، ومن أنواع النباتــات (المــرار، الشــوك، والشيح). ذات الإحداثيات (99 16 ^{0}N31 و30 40 ^{0}E35) .



شكل (7) معدل النبات في النقطة (1) ذات الإحداثيات (99 16 ^{0}N31 و30 40 ^{0}E35)

أما النباتات العشبية فأكثر مناطق تواجدها وكثافتها فوق التلال الغير مستغله بالزراعة وفي المنطقة المطلة على حوض وادي بن حماد على سفوح الوادي وتقل كثافتها وتنوعها بالاتجاه جنوبا حيث تنعدم في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة وتم قياس كثافة النبات في النقطة (2) عند الإحداثيات ($N31^0$ 17 71 و $E35^0$ 38 88) . وكانت الكثافة (13) نبتة \ م^2 وتغطي 30% . ومن أنواعها المرار، الفيته، الخبيزة والحرمل. على ارتفاع (420)م فوق سطح البحر .



شكل (8) معدل النبات في النقطة 2 ذات الإحداثيات ($N31^0$ 17 71 و $E35^0$ 38 88)

أما في النقطة (3) عند الإحداثيات ($N31^0$ 17 75 و $E35^0$ 38 74) .

وعند ارتفاع (403)م فوق سطح البحر ، كانت كثافة النبات (11) نبتة \ م^2 .



شكل (9) معدل النبات في النقطة 3 ذات الإحداثيات ($N31^0$ 17 75 و $E35^0$ 38 74)

3. نباتات ضفاف الأنهار : تظهر هذه النباتات في جزء محدود جدا من منطقة الدراسة بالقرب من مناطق جريان الأساس وهي متباعدة ولا يزيد ارتفاعها عن 1,5 متر من أهم أنواعها الدفلا والطرفا .

النقطة (4) عند الإحـداثيات ($N31^0$ 18 04 و $E35^0$ 37 79) . وكانـت عنـد ارتفاع (30) م فوق سطح للبحر .

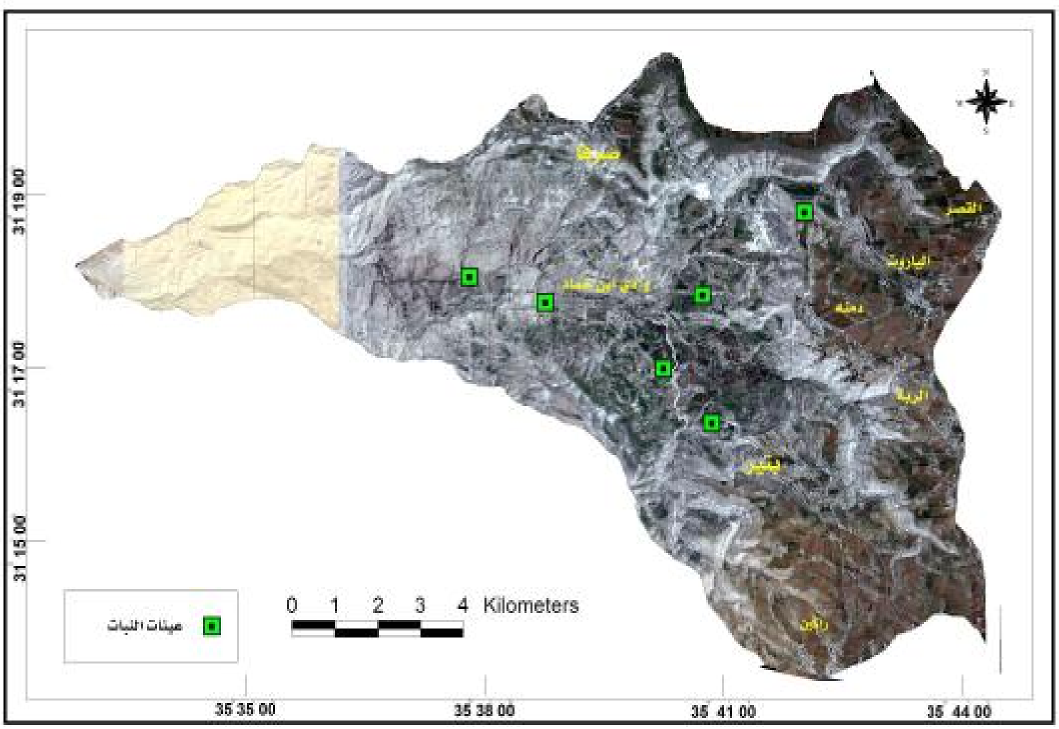


شكل (10) النبات على ضفاف المجرى ذات الإحداثيات ($N31^0$ 18 04 و $E35^0$ 37 79)

يتضح ما سبق أنه يوجد تنوع في الغطاء النباتي إنما الكثافة قليلة في منطقة الدراسة و ليس له تأثير على الجريان السطحي وبالتالي في حجم الرسوبيات وان معظم مناطق الدراسة جرداء خاليه من الغطاء النباتي، ويعود ذلك لقسوة الظروف المناخية مثل انخفاض الأمطار وارتفاع الحرارة ومعدلات التبخر واستغلال مساحات كبيرة من المنطقة في الزراعة البعلية والمروية مثل الزيتون والبندوره والباذنجان والكوسا والرعي الجائر.



شكل (11) النباتات المروية والبعلية في الحوض . المصدر : عمل الباحث



شكل (12) مواقع أخذ عينات النباتات في حوض وادي بن حماد

المصدر : عمل الباحث

4.4.2 التربة Soil :

تعكس خواص التربة في الاردن التداخل بين عوامل التكوين المختلفة والتي تتمثل في مواد الأصل التي تعرضت لفترات طويلة لتأثير المناخ، حيث تعرض سطح الأرض لفترات من الرطوبة والجفاف على الأقل منذ أواخر الحقبة الرباعي. ففي المناطق الصحراوية تعرضت التربة إلى فترتين من الرطوبة وفترتين من الجفاف، وبشكل عام في التسعة ألاف سنة الأخيرة. أما في الغرب فان السطوح المستقرة كانت رطبة لفترة الخمسة عشر ألف سنة الأخيرة، بالإضافة لتتابع الغطاء النباتي دون تغيرات مهمة خلال الزمن الكلاسيكي، كذلك رسوبيات عصر البلايستوسين، مثل الرسوبيات المروحية القديمة ورسوبيات الأودية القديمة وحتى رسوبيات العصر الحالي.

تتأثر عمليات الترسيب لمنطقة وادي بن حماد بالخصائص الطبيعية للتربة والمتمثلة بقوامها وبنائها ونفاذيتها ومساميتها، بالإضافة إلى كمية الرطوبة والمواد العضوية الموجودة فيها ،حيث تعمل هذه الخصائص على تحديد مدى قابلية التربة للانجراف والنقل بفعل الجريان المائي (Atkinson,1967) . وتتضافر الخصائص الطبيعية لترب وادي بن حماد في التأثير على النشاط الإرسابي. متخذة كل منها طريقا لزيادة تفكك التربة وسهولة نقلها وزيادة كمية الناتج الرسوبي.

إن تدني نفاذية بعض أنواع الترب في الحوض يقلل من كمية المياه المتسربة إلى باطن الأرض، مما يزيد من معدلات الجريان السطحي، وقدرة الوادي على الحت والنقل والترسيب. كما أن تفاوت كمية الرطوبة والمواد العضوية تؤدي إلى اختلاف قدرتها على مقاومة الحت والانجراف. فالتربة اللزجة التي تحتوي على كمية عالية من المواد العضوية تكون حبيباتها متماسكة على عكس الترب الهشة قليلة الرطوبة والمواد العضوية، حيث يسهل انجرافها ونقلها (Anderson,1978).

وقد أسهم الاختلاف في الظروف المناخية والجيولوجية والغطاء النباتي واختلاف طول الفترات التي تكونت خلالها التربة في وادي بن حماد في تنوع التربة، حيث تعتبر التربة محصلة نهائية لتفاعل تلك العوامل السابقة .

أنواع التربة :

واعتمادا على تصنيف وكالة التعاون اليابانية(JICA,1987)، و(وزارة الزراعة، 1993)، ومن خلال خرائط التربة وأنواعها المتعلقة بمنطقة الدراسة تم تصنيف أنواع الترب التالية :

حسب مراحل التطور :

التربة الكلسية الجافة Typical Calciorthids

وهي تربة ذات قوام غريني ممزوجة بالحجارة الجيرية والصوانية وتبلغ نسبة الحجارة 80% وتتصف هذه التربة بقلة المادة العضوية لانخفاض الغطاء النباتي، وتتعرض للتعرية المائية والهوائية.

وقد أظهرت العينات الميدانية إن هذه التربة بيضاء اللون ومختلطة بالحجارة الرملية وتتصف بنفاذية عالية لان الحصى والرمل يشكلان جزءاً كبيراً من تكوينها، لذلك فأن كمية المياه المتسربة إلى الطبقات الحاوية للمياه كبيرة بالإضافة إلى سهولة انجراف المواد الطينية من هذه التربة، وتوجد في أقصى غرب الحوض.

التربة الصحراوية الحديثة Typic torriothents

وهي تربة حديثة التكوين تتواجد على سفوح المنحدرات المتوسطة والشديدة وبطون الأودية وحوافها ولا يوجد لها آفاق تحت السطح ومعرضة للتعرية المائية وتنتشر في مساحات محدودة جدا وتنتشر على حواف وسفوح وادي بن حماد .

تربة البحر المتوسط (البنية الحمراء) Xerochrepts-calcixerollic

وهي التربة السائدة في معظم أجزاء منطقة الدراسة تتشكل من الرمل والطين ويشكل الطين نسبة عالية من تكوينها مع وجود آفاق كلسيه لوجود كربونات الكالسيوم (العنانزة، 1999).

تعد هذه التربة حديثة العمر ولا تزال تحتوي على جزء كبير من فتات الصخر الأم وآفاق كلسيه تمتد هذه التربة في منطقة الدراسة من جنوب وادي الموجب وعلى طول خط المطر 200 مل المنطقة الانتقالية .

يظهر في منطقة الدراسة أربعة أنواع من تربة البحر المتوسط:

1. **تربة البحر المتوسط الكلسية -الانتقالية** Calcixerollic- xerochrept

تسود هذه التربة في معظم أنماط منطقة الدراسة وتصل نسبة الكالسيوم فيها 22% ويوجد الأفق الكلسي على عمق من 50- 80سم وتشاهد في منطقة الدراسة باللونين الأصفر والبرتقالي، تنتشر باللون الأصفر للجنوب الغربي من صرفا.

2 . **تربة البحر المتوسط العميقة** Typic xerochrepts

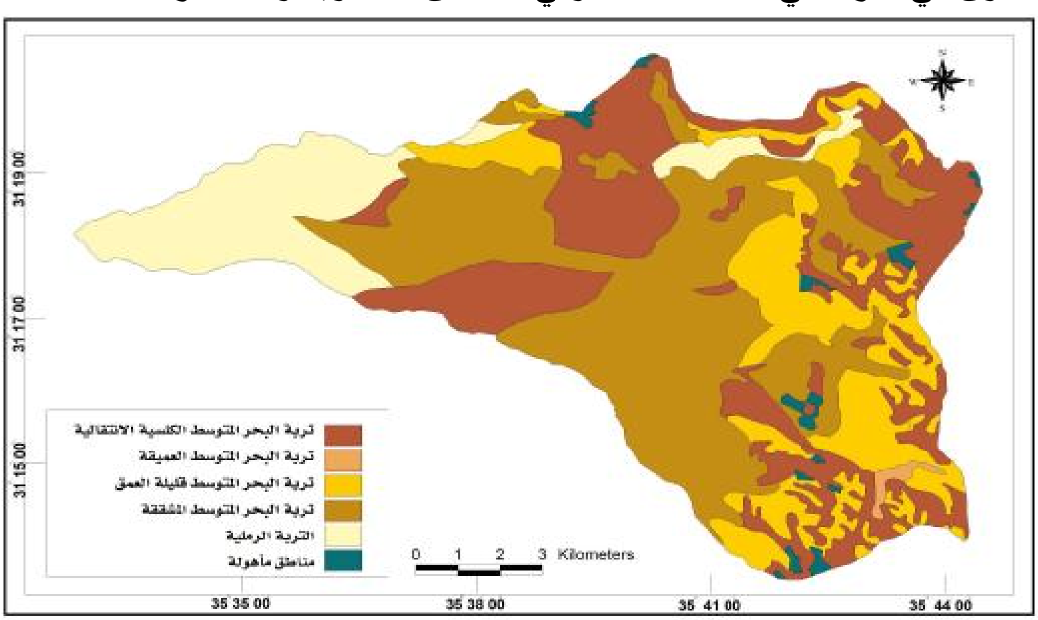
تسود في الأجزاء الغربية والشمالية من منطقة الدراسة وهي ذات انتشار محدود تنحصر في المنطقة المحصورة بين الحدود الغربية لمنطقة الدراسة وحتى شمال الربة.

3. **تربة البحر المتوسط قليلة العمق** Lithic xerochrepts

تسود هذه التربة على قمم التلال والسفوح الجانبية وتغطي مساحة تمتد من منطقة الربة حتى الحدود الجنوبية من منطقة الدراسة، وتسير موازية للتربة البرتقالية التي تتداخل مع بعضها كجيوب في عدة مناطق.

4. **تربة البحر المتوسط المشققة** xerochrepts vertic

تتداخل هذه التربة مع الأنواع الأخرى في منطقة الدراسة على شكل بؤر حيث تكون غنية بالطين بنسبة تصل إلى 40 % (العقرباوي، 2007) . وتظهر الشقوق في التربة في فصل الجفاف وفي المناطق المستوية والانحدار المعتدل .



شكل (13) أنواع التربة في منطقة الدراسة

المصدر: عمل الباحث اعتمادا على الأطلس الوطني لمسح التربة (1997)

تصنيف التربة حسب نظام الرطوبة :

حسب المعايير المتبعة في تصنيف التربة في الاردن فأنه يظهر نظامين للرطوبة في منطقة الدراسة .

1- **النظام شبه الرطب** Xeric moisture regime

يكون قطاع التربة شبه رطب إذا كانت التربة رطبة على الأقل لمدة 90 يوم \سنه في فترة سنه من 10 سنوات متتالية ودرجة حرارة التربة أكثر من 8 درجات مئوية، أما إذا كانت حرارة قطاع التربة اقل من 5 درجات مئوية فتتبع النظام الرطب وينتشر النظام شبه الرطب في أكثر من 70 % من منطقة الدراسة .

2- **النظام الانتقالي** Xeric- aridic moisture regime

هو النظام الذي يفصل النظام شبه الرطب عن الجاف ويتميز بأن معدل درجة حرارة التربة السنوي تكون اقل من 22 درجة مئوية، ويتبع النظام الانتقالي في منطقة الدراسة خط المطر المتساوي 200 ملم تقريبا وينتشر في المناطق الشرقية من الحوض.

تصنيف التربة حسب العمق:

1. **التربة ذات العمق اكبر من 3 متر**

تنتشر هذه التربة في منطقة الدراسة في الأجزاء الشمالية الغربية وهي تلازم تربة البحر المتوسط العميقة الحمراء اللون.

2. **التربة ذات العمق من 3 متر إلى 1 متر:**

تتواجد هذه التربة بشكل رئيس موازية للتربة العميقة من الجنوب والشرق في مناطق التربة الصفراء ويظهر هذا العمق من التربة في مساحات متقطعة من مناطق الدراسة وخاصة بالقرب من حواف وادي بن حماد ويعود الانخفاض وعمق التربة في هذه المناطق لعوامل التعرية .

3. **تربة ذات عمق من 1 متر إلى 0,5 متر:**

تسود هذه الطبقة من التربة في مناطق متعددة من منطقة الدراسة تنتشر بشكل محدود في الجزء الشمالي الغربي الأوسط من الربة حيث تتواجد العديد من

التلال في منطقة الربة ويتكشف الصخر في بعضها ويبلغ متوسط عمقها أسفل التلال 80 سم، بسبب التعرية المائية والجاذبية الأرضية.

4. **التربة ذات العمق من 0,5 متر إلى 0,4 متر**

تسود هذه التربة معظم سفوح التلال السابقة بالإضافة إلى أسفل التلال الجنوبية الشرقية .

5. **التربة ذات العمق اقل من 0,4 متر** :

تظهر هذه في مساحة واسعة من الجنوب الشرقي وأظهرت الدراسات الميدانية سماكتها في الجنوب الشرقي 27 سم في المناطق المستوية، وبالاتجاه شمالا توجد هذه التربة على قمم التلال والسفوح ويبلغ متوسط سمك التربة فيها 10 سم ويعزى السبب للتعرية الناتجة عن شدة الانحدار.

5.4.2 **المناخ** Climate

تسهم الخصائص المناخية في منطقة الدراسة في نشأة وتطوير الكثير من الأشكال الأرضية والعمليات الجيومورفولوجية ومنها الناتج الرسوبي، فتؤثر زيادة معدلات التساقط على كميات الناتج الرسوبي من خلال زيادة الجريان السطحي، مما يؤدي إلى نقل مخلفات التجوية بسرعة وزيادة معدلات انجراف التربة خاصة في المناطق شديدة التضرس.

يعتبر كل من درجة الحرارة والرطوبة والتبخر والرياح والإشعاع الشمسي ذات أثر بشكل أو بأخر على الناتج الرسوبي، فدرجة الحرارة والرطوبة تحددان معدل عمليات التجوية كما أن الرياح ودرجة الحرارة تؤثر في التبخر والنتح اللذان يقومان بدور واضح في تحديد الفاقد من كميات المطر وتحديد معدلات الجريان السطحي كما تؤثر الرياح في تركيز واتجاه الأمطار ودورها في تقليل تماسك حبيبات التربة وتفتيتها ونقلها. أما تركيز الأمطار الهاطلة فانه يؤدي إلى تناقص معدلات التسرب المائي مما يسمح بحدوث زيادة في الجريان ومعدلات الانجراف (بطيخي، 1983).

ويعتبر مناخ حوض وادي بن حماد جزءاً من مناخ البحر المتوسط شبه الجاف الذي يمتاز بفصلية واضحة، فالشتاء بارد ورطب وتحدث تقلبات في الأمطار والحرارة، أما الصيف فهو طويل نسبيا ويتصف بارتفاع درجة الحرارة والجفاف.

1.5.4.2 **الأمطار** RainFall

تتفاوت كمية الأمطار من مكان لأخر تبعا لعدة عوامل أهمها اختلاف مناسيب الارتفاع ومدى تأثرها بالمنخفضات الجوية التي تؤثر على الأردن، ويبــدأ تســاقط الأمطار في منطقة الدراسة في أواخر تشرين الأول حيث يبدأ وصول المنخفضــات الجوية القادمة من البحر المتوسط والتي تسبب تساقط الأمطار على منطقة الدراسة على شكل زخات عالية التركيز مصحوبة في اغلب الأحيان بالعواصف الرعدية مما يسمح بتكوين الجريانات السطحية والتي تقوم بدور واضح في تفعيل عملية الحــت النهري وانجراف التربة وحدوث الانهيارات الأرضية، وتبدأ كمية الأمطار بالتزايد في شهر تشرين الثاني لتصل حدها الأقصى في شهر كانون ثاني وشباط ثم تأخــذ بالتناقص التدريجي إلى أن تصل حدها الأدنى في شهر أيار، كما يعتبر شهر كانون أول والثاني من أكثر الشهور رطوبة كما هو موضح في الجدول (2) وشكل (14) ويبين الجدول (2) أن أكبر كمية من الأمطار السنوية تسقط خلال شهر كانون الأول وكانون الثاني وشباط. وإذا علمنا أن هذه الأشهر ابرد شهور الســنة، فهــذا يعنــي ارتفاع كميات الناتج الرسوبي خلالها بسبب زيــادة كميــات الجريــان الســطحي وانجراف التربة لقلة معدلات التبخر الناتجة عن انخفاض درجة الحرارة في شــهر كانون الثاني الذي تشكل أمطاره 25% من مجموع الأمطار السنوية.

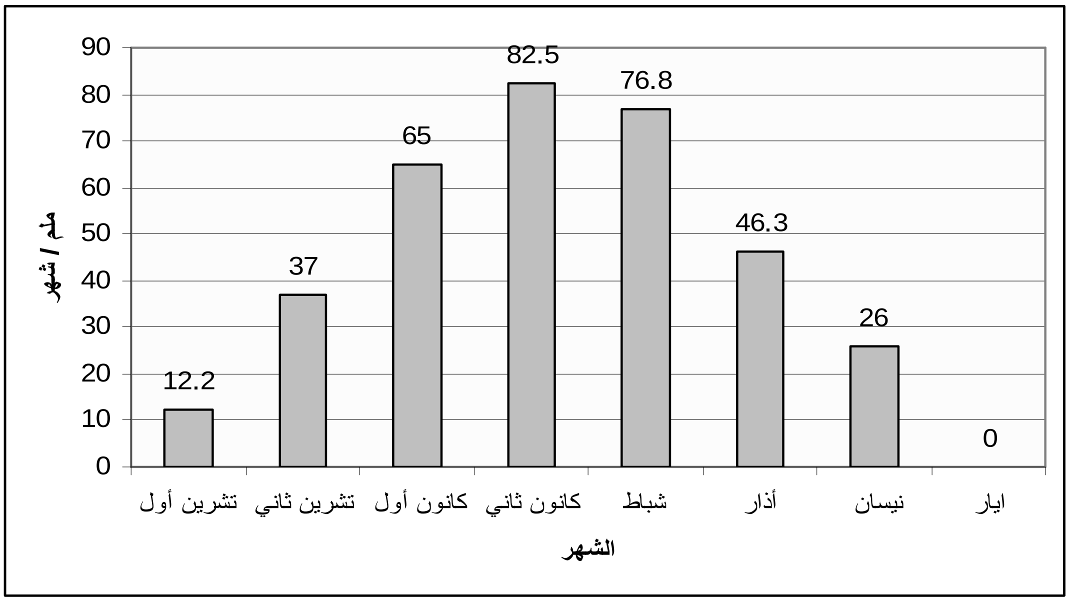
أما هطول الأمطار في بداية الشهر المطير (تشرين الأول وتشــرين ثــاني) فيكون مصحوب بعواصف قوية مما يؤدي إلى زيادة كميات الناتج الرسوبي وزيادة معدلات انجراف التربة بسبب فقر أو انعدام الغطاء النباتي.

جدول (2)

المعدل الشهري لكميات الأمطار في محطة الربة / ملم

الشهر	تشرين1	تشرين2	كانون1	كانون2	شباط	آذار	نيسان	أيار
المطر(ملم)	12,2	37	65	82,5	76,8	46,3	26	0

المصدر : (دائرة الأرصاد الجوية ، 2014) .



شكل (14) المعدل الشهري لكميات الأمطار في محطة الرصد الجوي في الربة

المصدر : عمل الباحث

تتصف أمطار منطقة الدراسة بالتذبذب الشديد من سنه إلى أخرى ومن شهر إلى أخر، ويرتبط هذا التذبذب بخصائص المنخفضــات الجويــة وحــالات عــدم الاستقرار الجوي في فصل الربيع والخريــف كمــا أن للموقــع الفلكــي وعامــل التضاريس دورا في إبراز التباين في معدلات الأمطار، وتقع منطقة الدراسة بــين دائرتي عرض($27''$ $13'$ 31^0- $49''$ $20'$ 31^0) شمال خط الاستواء وتتفــاوت

قياسها بين (1080) فوق سطح البحر إلى (320-) تحت سـطح البحـر ويظهـر التذبذب في كميات الأمطار السنوية في محطة الأمطار في منطقة الدراسة جـدول (3) وشكل (15) حيث بلغ مجموع الأمطار السنوية في محطة الربة (320,9) ملم عام 1989 في حين بلغت (187) ملم في عام 2007، وبلغـت (537,6) عـام 2010 ويزداد التذبذب وضوحا في كميات الأمطار الشهرية فـي محطـة الربـة. وبشكل عام فأن منطقة الدراسة تشهد تذبذبا في الأمطار وعـدم انتظـام منحنيـات توزيع الأمطار.

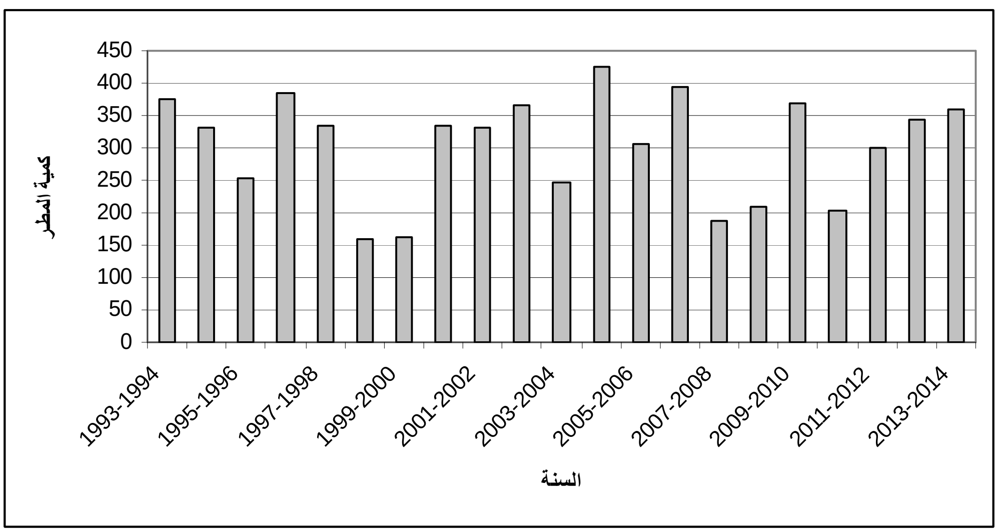
أما مستقبل الأمطار في منطقة الدراسة، فقد أظهرت دراسات سابقة اتجاه عام لتناقص كمية المطر في منطقة الشرق الأوسط حيث أشارت الدراسة التي أجراهـا (Neuman,1960) على فلسطين وبعض الأقطار الواقعة في حـوض المتوسـط وتوصل إلى أن هنالك تناقص في كميات الأمطار، كما أظهرت السـجلات طويلـة المدى بان مناطق شرق البحر المتوسط تواجه خطر التغير المنـاخي النـاتج عـن الاحتباس الحراري حيث التقديرات لكمية الأمطار وتوزيعها لم يتأكد بعـد، بسـبب الإزاحة للجبهات القطبية، أي أن شرق المتوسط سيواجه عددا اقل من المنخفضـات الجوية والأعاصير مما يعني أن الأمطار تتجه نحو التناقص بسبب التغير المتوقـع للمناخ (Oroud.2007) .

جدول (3)

معدلات الأمطار السنوية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة الممتدة (1993- 2014)

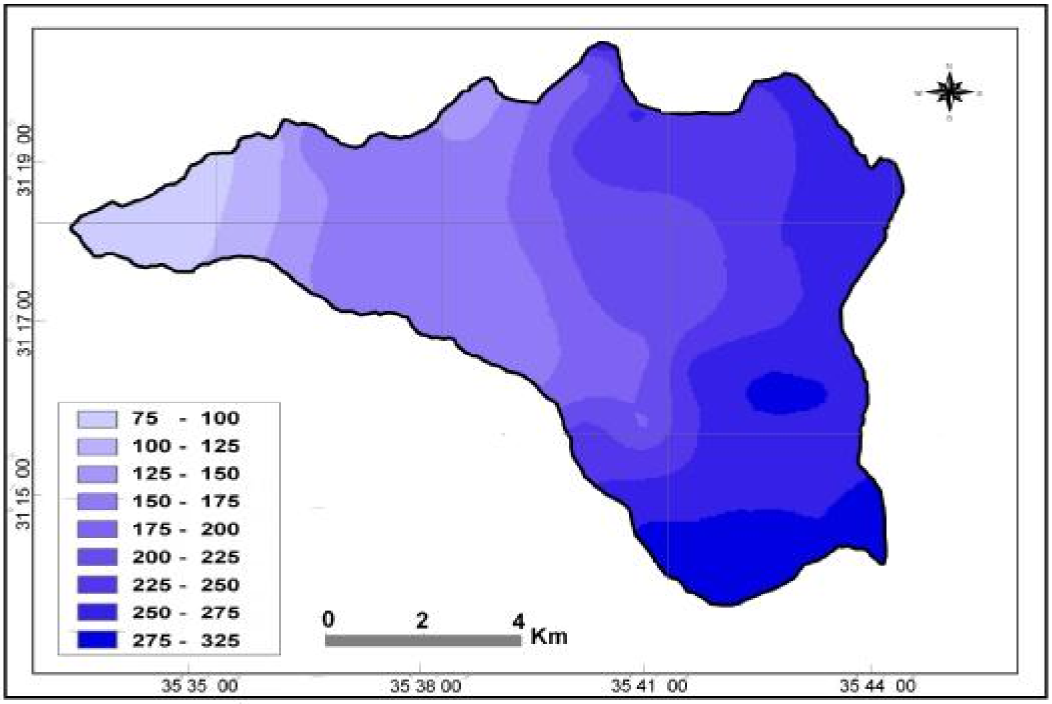
Rabbeh	السنة
376	1993-1994
331.4	1994-1995
253.8	1995-1996
382.9	1996-1997
333.5	1997-1998
159.7	1998-1999
161.3	1999-2000
334.2	2000-2001
332.6	2001-2002
364.9	2002-2003
245.7	2003-2004
424.5	2004-2005
304.9	2005-2006
392.2	2006-2007
187	2007-2008
208,1	2008-2009
370,7	2009-2010
203,1	2010-2011
299,7	2011-2012
345	2012-2013
360.2	2013-2014
365.4	المعدل العام

المصدر : (ودائرة الأرصاد الجوية ،2014)



شكل (15)

معدلات الأمطار السنوية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (1993-2014)



شكل (16) توزيع الأمطار في منطقة الدراسة

المصدر : عمل الباحث بالاعتماد على بيانات دائرة الأرصاد الجوية ،2014

2.5.4.2 **درجة الحرارة** Temperature

تحدد درجة الحرارة نوع وشدة عمليات التجوية المختلفة، إذ تتعرض الحبيبات المعدنية والأسطح الصخرية إلى التفتت والتقشير بسبب الاختلافات الحرارية اليومية الشديدة ،مما يؤدي إلى تفاوت في معدلات التمدد والتقلص المعدني.

ولا يمكن الفصل بين تأثير كل من درجة الحرارة والرطوبة في إضعاف الصخر. إذ تزيد فعالية التجوية الكيميائية ثلاثة أضعاف لكل ارتفاع في درجة الحرارة يعادل عشرة درجات مئوية، كما أن الانخفاض في درجة الحرارة يزيد من النشاط الميكانيكي للماء بواسطة التجمد (الشلش، 1981).

وتتعرض درجة الحرارة في حوض وادي بن حماد للهبوط بشكل ملحوظ في الشتاء وفي ساعات الليل، ولارتفاع مضاد في الصيف وساعات النهار.

وتظهر الفروق الحرارية بشكل واضح في منطقة الدراسة بين فصـــلي الصـــيف و الشتاء حيث يبلغ معدل درجات الحرارة لأشهر الشتاء في محطة الربة من تشـــرين الثاني إلى آذار 10,3[5] ولأشهر الشتاء الثلاثة كانون الثاني ، كانون الأول وشـــباط 8,6 [5]. ويبلغ معدل درجات الحرارة لأشهر الصيف لمحطة الربـــة 20,2 [5] وفـــي شهري تموز وآب يبلغ المعدل 23,5 [5] شكل (17) وجدول (4) .

وتتضح التباينات بدرجات الحرارة الشهرية حيث يمثل شـــهري تمـــوز وآب اشـــد الأشهر حرارة وشهري كانون الثاني وشباط أشدها برودة.

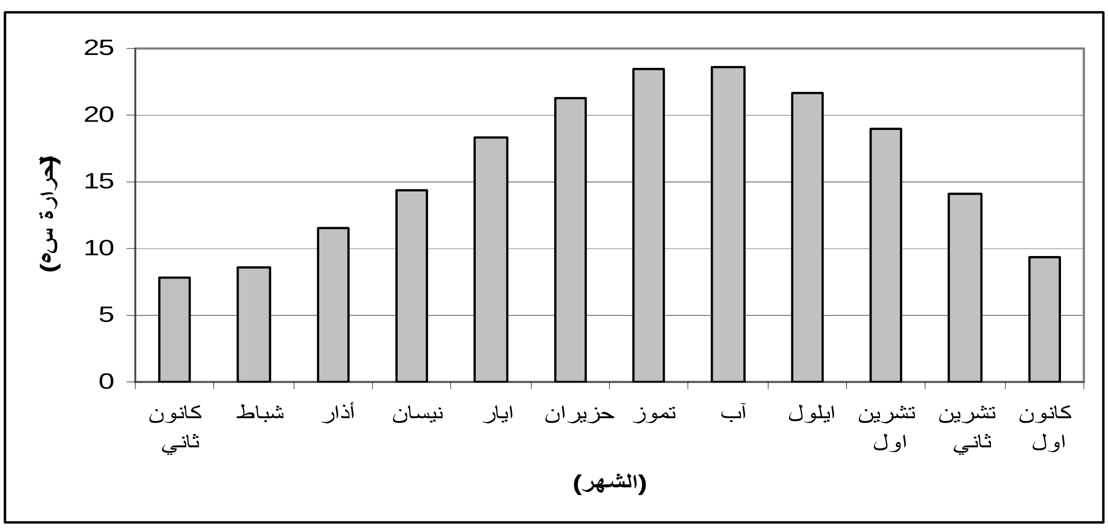
وقد بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في محطة الربـــة (16,6) حيـــث تتناسب كميات التبخر الشهرية مع درجات الحرارة طردياً، وبلغ معدل التبخر 52,3 ملم في محطة الربة في شهر كانون الثاني وهو أدنى معدل للتبخر خلال أشهر السنة حيث بلع معدل درجة الحرارة لهذا الشهر $7,9^0$ بينما بلغ معدل التبخر فـــي اشـــد الشهور حرارة 192ملم في شهر تموز وبلغ المعدل الشهري العام 152 ملم ومعدل التبخر السنوي1564.5 ملم في السنة. وتتباين معدلات الحرارة الشهرية والســـنوية واليومية مكانيا تبعا لتباين المناسيب. لهذا فـــان عوامـــل الطبوغرافيـــا والارتفـــاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر تساهم إلى حد كبير في هذا التباين، وان التباين الزماني الواضح لدرجات الحرارة سواء على المستوى الفصلي أو اليومي لا شـــك يساعد على زيادة نشاط عمليات التجوية المختلفة، التي تؤدي إلـــى زيـــادة كميـــة الرواسب القابلة للانجراف والتي تنعكس على تزايد كميات الناتج الرســـوبي مـــن الحوض .

جدول (4)

معدل درجات الحرارة الشهري لمحطة الرصد الجوي في الربة للفترة (1990-2014)

الشهر	المعدل
كانون ثاني	7,8
شباط	8,6
آذار	11,5
نيسان	14,4
أيار	18.3
حزيران	21,3
تموز	23,4
أب	23,6
أيلول	21,7
تشرين أول	19
تشرين ثاني	14,1
كانون أول	9,4
المعدل السنوي	16,1

المصدر : (وزارة المياه والري 2014) ، و (دائرة الأرصاد الجوية ، 2014) .



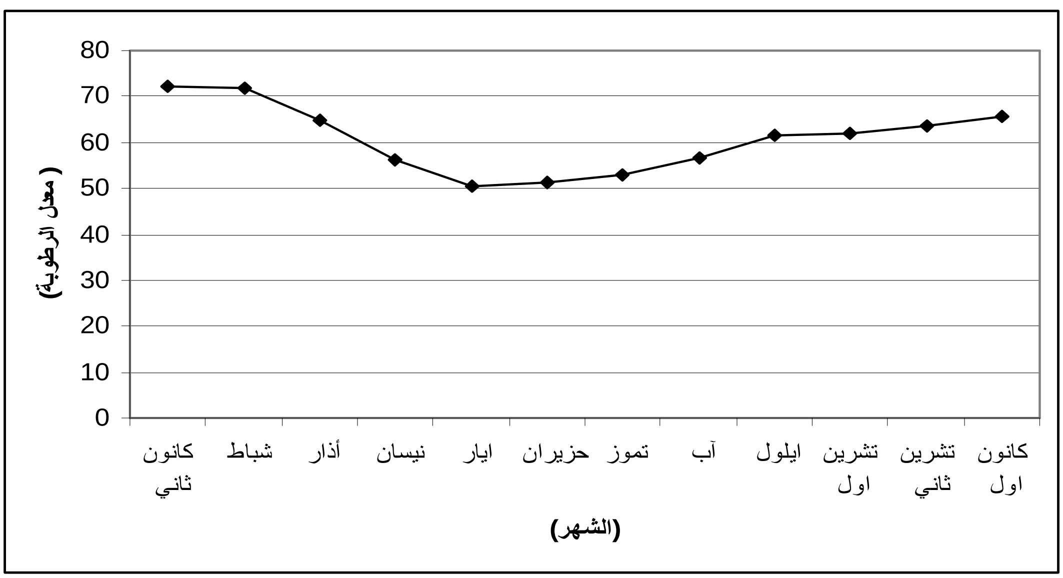
شكل (17)

معدل درجات الحرارة الشهري لمحطة رصد الربة للفترة (1990- 2014)

3.5.4.2 الرطوبة النسبية Relative Humidity:

تعمل الرطوبة النسبية جنبا إلى جنب مع درجة الحرارة في التـأثير فـي عملية الترسيب، فدرجة الحرارة والرطوبة النسبية يحددان معدل التجوية والتـي تعتبر المصدر الرئيس الذي يزود المجرى النهري بالرواسب .

يبين الجدول رقم (5) وشكل (18) معدل الرطوبة النسبية الشهري لمحطة الربة خلال الفترة الممتدة من 2003 -2014 والتي يتضح مـن خلالهـا أن معـدل الرطوبة النسبية السنوي قد بلغ 61.8 في محطة الربة . وتزداد هذه النسبة في فصل الشتاء نظرا لتساقط الأمطار، وانخفاض درجات الحرارة، حيث بلغ معدل الرطوبة النسبية لأشهر الشتاء من تشرين الأول إلى نهاية نيسان 58.2% فـي محطة الربة. وتنخفض هذه النسبة في شهور الصيف لتصل إلى 53.1% فـي محطة الربة، وقد كان أعلى معدل للرطوبة النسبية في محطة الربة فـي شـهر كانون الثاني فقد وصل إلى 72.2% في حين كان أدنى معدل للرطوبة النسـبية في شهر حزيران حيث وصل إلى 51.1% في محطة الربة .



شكل (18)

معدل الرطوبة النسبية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003- 2014)

جدول (5)

معدل الرطوبة النسبية الشهرية في محطة الرصد الجوي في الربة للفترة (2003-2014)

الشهر	المعدل
كانون ثاني	72,2
شباط	71,9
آذار	64,7
نيسان	56,1
أيار	50,5
حزيران	51,1
تموز	53,1
أب	56,8
أيلول	61,6
تشرين أول	62
تشرين ثاني	63,6
كانون أول	65,6
المعدل السنوي	60,8

المصدر : (دائرة الأرصاد الجوية ،2014) .

4.5.4.2 **التبخر**:

بلغت كمية التبخر الكامن السنوية في حوض وادي بن حماد 1564,5 ويختلف معدل التبخر في الوادي من موسم لآخر حيث بلغ معدل التبخر في الأشهر الباردة 52,3 ملم و 225,3 ملم في الأشهر الجافة.

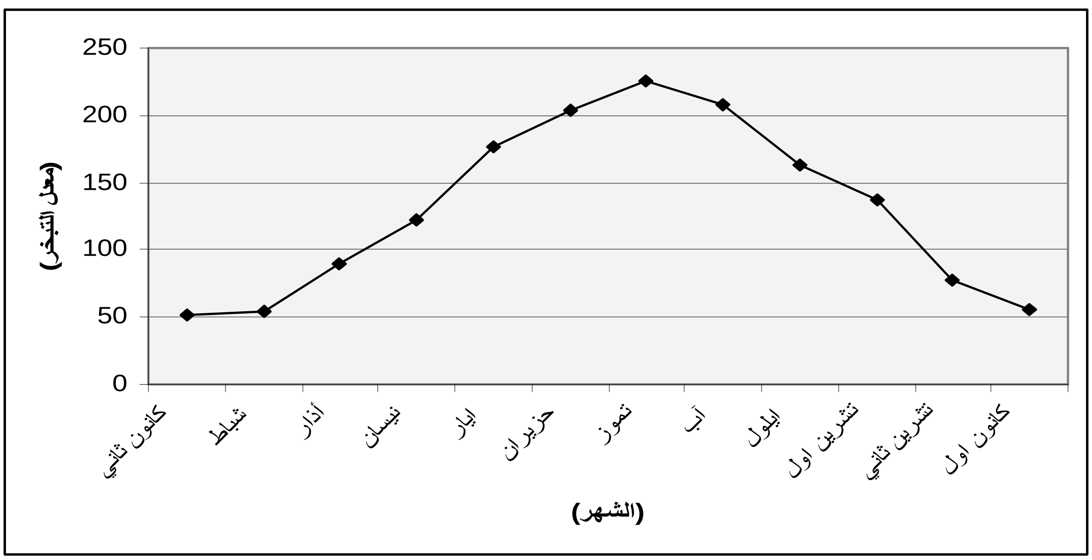
ويبين الشكل (19) والجدول رقم (6) التوزيع الشهري للتبخر الناتج المحتمل لمحطة الربة والذي يتضح من خلاله ارتفاع معدلات التبخر في شهور الصيف وتدنيها في شهور الشتاء نتيجة سقوط الأمطار. وبسبب ارتفاع كمية التبخر يكون الحوض عرضة للتعرية .

جدول (6)

معدل التبخر لمحطة الرصد الجوي في الربة للفترة (2003- 2014)

الشهر	المعدل/ملم
كانون ثاني	52,3
شباط	54
آذار	89,5
نيسان	121,8
أيار	176
حزيران	204,3
تموز	225,3
أب	207,7
أيلول	163,1
تشرين أول	137,8
تشرين ثاني	77,3
كانون أول	55,1
المعدل السنوي	1564,2

المصدر : (دائرة الأرصاد الجوية ، 2014) .



شكل (19)

كميات التبخر الشهرية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003- 2014)

5.5.4.2 الرياح :

يبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح في محطة الربـــة 2,6 عقــدة شــكل(20) وجدول (7) ويبرز دور الرياح في التعرية وزيادة الناتج الرســوبي للــوادي فــي الأجزاء الدنيا فيه بشكل كبير بالمقارنة مع الأجزاء العليا و الوسطى من الوادي .

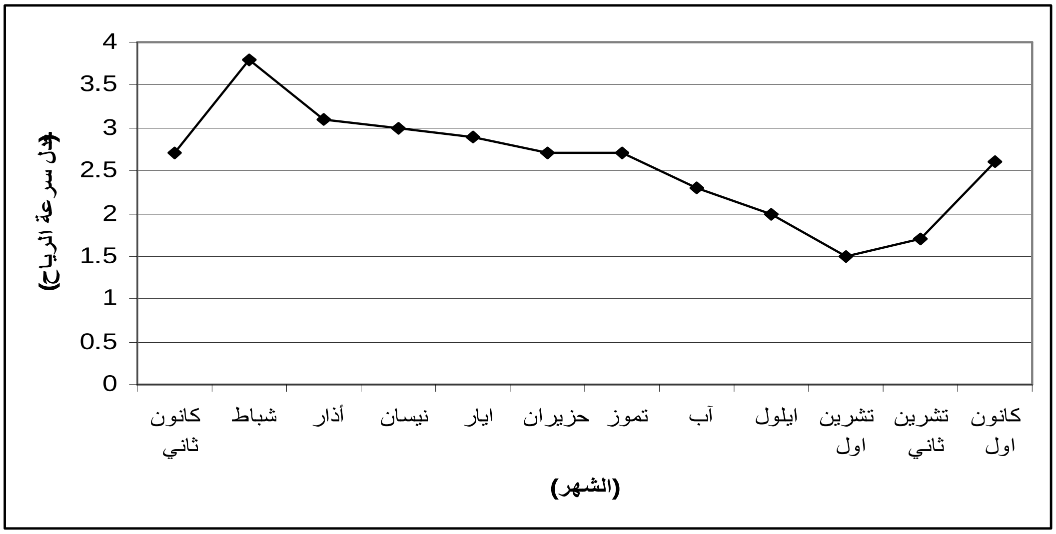
إذ لوحظ أثناء الدراسة الميدانية للوادي وجود أثار واضحة لهذا النوع مـــن التعرية وذلك نتيجة لتفكك حبيبات التربة وقلت الغطاء النباتي خاصة في الأجــزاء الدنيا، في حين نجد أن الأجزاء العليا والوسطى التي تتميز بقلـــة التربـــة الرمليـــة وازدياد التربة الطينية لا تتأثر كثيرا بالتعرية الناتجة عن الرياح ولا تساهم بكميات كبيرة في الناتج الرسوبي للوادي .

جدول (7)

معدل سرعة الرياح في محطة الرصد الجوي في الربة للفترة (2003- 2014)

الشهر	المعدل/عقدة
كانون ثاني	2,7
شباط	3,8
آذار	3,1
نيسان	3
أيار	2,9
حزيران	2,7
تموز	2,7
أب	2,3
أيلول	2
تشرين أول	1,5
تشرين ثاني	1,7
كانون أول	2,6
المعدل السنوي	2,6

المصدر : (دائرة الأرصاد الجوية ، 2014) .



شكل (20) معدل سرعة الرياح في محطة الربة للفترة (2003- 2014)

6.4.2 **استعمالات الأراضي** Land use :

استخدامات الإنسان المتعددة لأراضي حوض وادي بن حماد قد أصبح عاملا مؤثرا في العمليات الجيومورفولوجية في الحوض وخاصة فيما يتعلق بعملية الترسيب .

ويمكن ملاحظة هذا الأثر عند المقارنة بين معدل رواسب النهر الطبيعية الناتجة عن عمليات الحت والتعرية ومعدل الرواسب المتزايدة التي تمثل كمية الرواسب الناتجة عن نشاطات الإنسان المختلفة وتدخله المباشر وغير المباشر وتتجلى نشاطات الإنسان في منطقة الدراسة وأثره على الجريان السطحي بما يلي:

أ – الاستغلال الزراعي:

تم القضاء على الغطاء النباتي الطبيعي في مناطق التربة العميقة ذات الرطوبة العالية والتي تشكل معظم أجزاء منطقة الدراسة والتي حولت إلى مناطق زراعية بحيث امتدت الزراعة إلى مناطق ذات تربة اقل خصوبة من التربة الحمراء، ومع تزايد الاستغلال وانخفاض معدلات الإمطار بعد إن دمر الغطاء النباتي في هذه المنطقة أصبحت عرضه للتعرية المائية والهوائية وعرضه للتصحر وقد اثر هذا الاستعمال للأراضي على الجريان السطحي حيث تعد التربة ذات نفاذية قليلة وخاليه من الغطاء النباتي الطبيعي وخاصة وقت ما بعد الحراثة في ذروة فترت الأمطار مما يساعد على سرعة حدوث الجريان السطحي مثال ذلك ما حدث في عام

2008- 2009 حيث هطلت الأمطار وحدث الجريان السطحي والذي يقدر بحدود 3 ملايين متر مكعب في المناطق الجافة وشبة الجافة (سلطة وادي الأردن ، 2009) بعد سقوط أمطار (12 ملم) مع إن التربة جافة جدا بعد مرورها بفصل الجفاف بعكس جبال عجلون مثلا التي سقط عليها 70 ملم ولم يحدث جريان في نفس الفترة لوجود غطاء نباتي كثيف (الأرصاد الجوية، 2009) وقد أظهرت دراسات عديدة إن إزالة الغطاء النباتي يؤدي إلى زيادة وسرعة حدوث الفيضان ومن الأمثلة على وضوح اثر إزالة الغطاء النباتي على الجريان السطحي ماحدث في نيبال حيث أدت إزالة الغابات من اجل الزراعة إلى زيادة التعرية التي بلغت 20 مليون متر مكعب من الطمي في سهل (Ganetis plain) كل عام (Philip,2007) .

ب – الرعي :

يعد الرعي الجائر احد نشاطات الإنسان في منطقة الدراسة، حيث أدى التوسع في المساحة المستغلة في ألزراعه إلى تقليص المراعي مع زيادة في قطعان الماشية الأمر الذي أدى إلى القضاء على العديد من الأنواع النباتية مثل الشيح والزعرور، توجد شجيرات الشيح في مناطق التلال المحاطة بالمزروعات ألبعليه والتي تكمل فترة نموها قبل وصول قطعان الأغنام أما الزعرور فيوجد بشكل عشوائي على جوانب وادي بن حماد، مما يشير إلى انه تم القضاء على هذه الأنواع في المنطقة نتيجة الرعي الجائر .

جـــ- الاستعمال السكني :

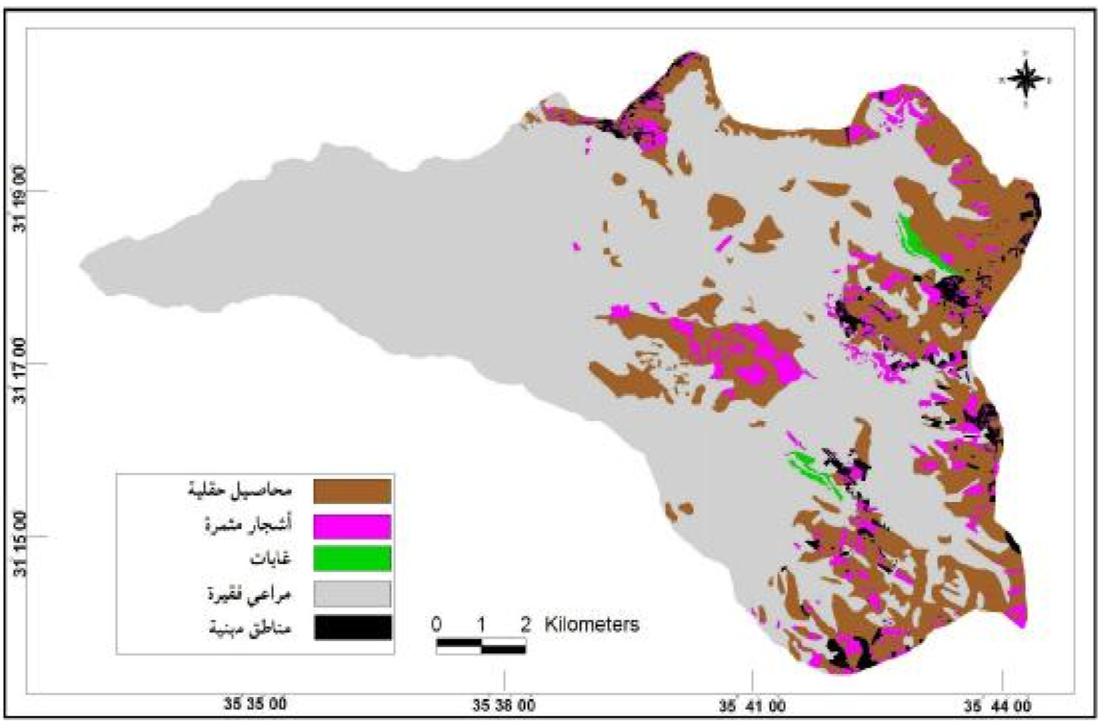
يعد الاستعمال السكني من أوائل استعمالات الأراضي حيث يتزايد تبعا لتزايد السكان وارتفاع المستوى الاقتصادي.

فقد أدى التزايد السكاني والتطور الاقتصادي إلى التوسع في استعمالات الأرض بكافة القطاعات السكنية والخدمية والتعليمية والصناعية والزراعية وطرق المواصلات. فقد ظهرت التجمعات السكانية على مستوى العالم في المناطق الزراعية وطرق المواصلات (الروسان، 2003) . لقد أدى معامل التحضر (الإسفلت و الاسمنت) في زيادة الأسطح غير النفوذه (الكتيمة) التي ساهمت في

زيادة الجريان السطحي وسرعة وصولها إلى المجاري المائية حيـــث توجـــد هـــذه المساحات في المناطق ألمرتفعه من منطقة الدراسة . الشكل (21) .

ونلاحظ مما سبق إن النشاط البشري في منطقة الدراسة ساهم بشكل كبير في زيادة الجريان السطحي من خلال القضاء على معظم الغطـــاء النبـــاتي واســـتبداله بالزراعة أو الرعي الجائر أو زيادة الأسطح الكتيمة وهذا بدوره يؤدي إلى زيـــادة الجريان السطحي وبالتالي زيادة الناتج الرسوبي في المنطقة .

وقد أشارت دراسة (Mather.1986) بأن الجريان الســطحي يــزداد مــع انخفاض الغطاء النباتي وبالتالي إنتاج الرواسب حيث اجري دراسته على إقليم وسط اتلانتيك، وأظهرت الدراسة بان اقل نسبة جريان وإنتاج رواسب في مناطق الغابات، واكبر نسبة جريان وإنتاج للرواسب في مناطق المراعـــي والتحطيـــب والمنـــاطق الزراعية وأوضح بأن زراعة الذرة في منـــاطق انحـــدارها 3,68% فـــي منطقـــة ميسوري أنتجت 49 طن من الرواسب لكل هكتار بينما في مناطق الغابـــات علـــى انحدار 20 % كانت الرواسب 3 طن لكل هكتار.



شكل (21) استعمالات الأراضي في منطقة الدراسة

المصدر :عمل الباحث اعتمادا على الصور الجوية والمرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة

5.2 الخصائص المورفومترية لحوض وشبكة التصريف في وادي بن حماد وأثرها على الناتج الرسوبي .

تلقي الخصائص المورفومتريه الضوء على هيدرولوجية المجاري المائية ونتاجها الرسوبي، ودورها في تطوير أشكال الأرض الحتية والارسابية .

لكن العوامل الطبيعية السائدة في بيئة الحوض المائي تحدد خصائصه الحوضية والهيدرولوجية، وتتفاعل معا لتساهم في النهاية في تطوير السمات الجيومورفولوجية للحوض المائي، وان أية تغيرات تطرأ على هذه العوامل لا بد وان تنعكس في الخصائص الحوضية والمائية والناتج الرسوبي للأحواض المائية المختلفة (العنانزة، 1986).

1.5.2 الخصائص المساحية والشكلية :

لشكل الحوض تأثيراً كبيراً على كمية جريان مياه السيول التي تصل إلى المجرى الرئيس بعد فترة زمنية معينة من هطول الأمطار، وترتبط الخصائص الشكلية للأحواض المائية باستجابتها للعوامل البنائية الجيولوجية التي أثرت بها في العصور الماضية من التواءات وجبال ومنخفضات، بالإضافة إلى عوامل التعرية التي تركت فيها أثار واضحة على مر العصور (الرفاعي،1989).

واهم هذه الخصائص :

- **المساحة الحوضية .**

تعتبر مساحة حوض وادي بن حماد كبيرة في بداية الحوض وتضيق تدريجيا نحو المصب وتبلغ إجمالي مساحته ($136.13km^2$). وتم قياسها باستخدام برنامج (GIS).

تعتبر مساحة الحوض من أهم الخواص المساحية المستخدمة كثيراً في النماذج الهيدرولوجية، وتستخدم في حساب الكثير من المقاييس المهمة مثل كثافة التصريف، وكلما اتسعت مساحة الحوض زادت كمية المياه التي يستقبلها وزادت حمولته على افتراض ثبات بقية المتغيرات كنوع الصخر والانحدار وترتبط مساحة الحوض بعلاقة طردية مع كمية الفاقد أي انه كلما زادت المساحة زادت الفترة

الزمنية لتصريف الحوض وكلما زادت المساحة قلت شدة الفيضان حيث أن نسبة الفاقد تزداد كلما زادت المساحة، وترتبط المساحة بعلاقة عكسية مع التركيز الرسوبي. ويعود ذلك إلى زيادة فاعلية الأمطار مع تناقص المساحة الحوضية بسبب التناقص المتوقع في كل من التبخر والتسرب وكذلك تزايد انحدار السطح الذي يرتبط عادة بصغر المساحة الحوضية، (العنانزة،1986) .

وقد أدت عمليات الرفع والهبوط التي أصابت الحوض إلى زيادة العملية الحتية الرأسية والجانبية، والتي أدت بدورها إلى تكوين مظاهر ارسابية وحتية تعود إلى تلك الفترات التي حدثت فيها الحركات التكتونية .

- طول الحوض .

يبلغ طول حوض وادي بن حماد km 18.02 وهو طول مسافة الخط المستقيم الذي يرسم بين نقطتين ويبدأ من منطقة الياروت وينتهي عند مصب الوادي والذي يقع بين إحداثيات (44 35_ 33 35) .ويلعب طول الحوض دورا بارزا في تحديد احتمالية حدوث السيول بحيث تساعد أطوال الأحواض القصيرة على حدوث السيول وذلك بسبب قلة الفاقد من المياه بالتبخر والتسرب وانخفاض زمن التصريف (Maxwell 1960) . وهنالك عدة طرق لقياس طول الحوض المائي وتتوقف هذه الطرق على طبيعة قناة مجرى النهر إن كانت متعرجة، غير منتظمة، مستقيمة، وعادة ما تستخدم طريقة قياس الطول الموازي لخط التصريف الرئيسي من نقطة المصب إلى أعلى نقطة في الحوض .

- متوسط عرض الحوض

من المعروف أن الأودية التي تتميز بزيادة طولها مقارنة بعرضها تتميز بوصول المياه إلى المجرى الرئيسي في أوقات مختلفة وبالتالي يستمر الجريان لمدة أطول مع انخفاض قيمة الفيضان نتيجة لتركز المياه وعدم تشتتها .

ويبلغ متوسط عرض حوض التصريف باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{متوسط عرض حوض التصريف} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

وبلغ متوسط عرض حوض وادي بن حماد ما قيمته 7.554 km

- محيط الحوض

يقصد بمحيط الحوض هو خط تقسيم المياه والذي يفصل بين حـــوض تصـــريف الوادي والأحواض المحيطة . ويبلغ محيط حوض وادي بـــن حمـــاد 58.03 km ويتميز محيط وادي بن حماد بكثرة التعرجات والتي أدت إلى زيادة طوله .

الخصائص الشكلية

شكل الحوض

تم تحديد شكل الحوض بعد أن تم حساب كل من نسبة الاستطالة Elongation Ratio ونسبة الاستدارة Circulation Ration ومعامل شكل الحـــوض Shape Index . وبناءا على هذه النسب أمكن تحديد شكل الحوض والـــذي يتخـــذ الشـــكل المثلث المستطيل وأثره في عملية الترسيب.

توجد الكثير من المعادلات التي تهدف إلى إبراز شكل الحوض واثر العمليات الجيومورفولوجية في اتخاذ كل حوض شكلا معيناً وعدم اتخاذه شكل أخـــر وفـــي محاولة للربط بين الظروف الجيولوجية والمناخية والتضاريسية داخل كل حوض من جهة ومدى تناسق واتساق كل حوض مع احد الأشكال الهندسية من جهة أخرى.

- **نسبة الاستدارة** Circulation Ration

تعبر نسبة الاستدارة عن مدى ابتعاد أو اقتراب شكل الحوض من الاســـتدارة، فكلما ارتفعت نسبة الاستدارة اقترب الحوض من الشكل الدائري، ويبلـــغ الحـــوض أقصى مساحة له عندما شكله دائريا منتظما، أي أن نسبة الاستدارة تقيس التعرجات في محيط الحوض، وقد يحافظ الحوض على طول محيطة بينما تتعرض مســـاحته للنقصان بسبب الزيادة في التعرجات، أي انه إذا انخفضت مســـاحته عـــن مســـاحة الدائرة المنتظمة وبنفس المحيط فهذا يدل أن هناك تعرجات في محيط الحـــوض أي تداخل خطوط تقسيم المياه مع الأحواض المجاورة (سلامه،2004).

ولحساب استدارة حوض وادي بن حماد يتم باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{نسبة الاستدارة} = \frac{(\pi\ \text{مساحة الحوض})^{4}}{(\text{محيط الحوض})^{2}}$$

وبلغ مقدار الاستدارة لحوض وادي بن حماد 0.51 ونجد أن الحوض بالشكل يبتعد عن الاستدارة ويقترب من الاستطالة وان خط تقسيم المياه المحيط بالحوض يســير بشكل غير منتظم وفية نسبة تعرجات (جبوري،1988).

- **معامل الشكل** Shape Index

يعطي هذا المعامل مؤشر لمدى تناسق أجزاء الحوض ومدى انتظام الشكل العام له (سلامه،2004).

ويمكن الحصول على شكل حوض منطقة الدراسة عن طريق المعادلة التالية :

$$\text{معامل الشكل} = \frac{\text{مساحة الحوض}}{(\text{طول محيط الحوض})^2}$$

وبلغ معامل الشكل لوادي بن حماد ما قيمته 0.04 وتشير القيم العالية الى انتظام شكل الحوض وقريبة من الشكل المربع أو المستطيل وتشير القيم المنخفضة عدم انتظامه وميله إلى الشكل المثلث وهذا يتوافق مع شكل حوض وادي بن حمــاد حيث يقترب من شكل المثلث من بداية المصب وحتى ابعد نقطة على محيطه .

- **معامل الاستطالة** Elongation Ratio

هي من أهم المعايير في حلقة قياس أشكال الأحواض التصريفية ويدل على مدى التشابه بين مساحة الحوض والشكل المستطيل . ويحسب هذا المعامل من خلال تطبيق المعادلة التالية :

$$\text{معامل الاستطالة} = \frac{\text{قطر دائرة لها نفس مساحة الحوض}}{\text{طول الحوض}}$$

حيث أن قطر الدائرة التي تتساوى مع مساحة الحوض ، $2\sqrt{\frac{\text{مساحة الحوض}}{\pi}}$

بعد تطبيق المعادلتين وجد أن نق الدائرة التي لها نفس مساحة الحــوض 6,58 km وان معامل الاستطالة 0.36 مع العلم أن معامل الاستطالة يجب أن يتراوح قيمته بين الصفر والواحد صحيح وكلما اقتربت هذه القيمة من الصفر كان أكثر اقترابا من الشكل المستطيل .

- **معامل الانبعاج:**

يفيد هذا المعامل في معرفة شكل الحوض حيث تشير القيم العالية إلى وجود قلة تفلطح الحوض ومن ثم قلة أعداد وأطوال المجاري وخاصة في الرتب الدنيا، أما المنخفضة فتشير إلى تفلطح وزيادة أعداد وأطوال المجاري في الرتب الدنيا ويعني زيادة عمليات التعرية الرأسية والتراجعية، ويتم الحصول على قيمة معامل الانبعاج باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{معامل الانبعاج} = \frac{(\text{طول الحوض})^2}{4 * \text{مساحة الحوض}}$$

وتبلغ قيمة انبعاج وادي بن حماد0.596 وعندما تكون القيمة اقل من 2 يكون الحوض غير منبعج .

- **معامل الاندماج** Compactness Factor

يصف هذا المعامل مدى تجانس شكل محيط الحوض مع مساحته والى مدى انتظام وتعرج خطوط تقسيم المياه ومدى تباعدها عن المركز ويستخرج هذا المعامل عن طريق المعادلة التالية :

$$\text{معامل الاندماج} = \frac{(\pi\ \text{مساحة الحوض})^{0.5}}{\text{محيط الحوض}}$$

وبلغ معامل الاندماج لحوض وادي بن حماد ما قيمته 0.35 وتدل هذه القيمة على أن تعرجات الحوض قليل مقارنة بمساحته وان درجة انتظام شكله مرتفعه .

الخصائص التضاريسية :

تبرز أهمية دراسة الخصائص التضاريسية للأحواض المائية في معرفة نشاط عمليات التعرية وقوتها وكمية الرسوبيات الناتجة واثر الاختلافات الليثولوجية والتكتونية على الحوض، وتطور الخصائص الحوضية الأخرى مثل المساحة وخصائص الشبكة المائية، وغيرها من الخصائص التي تلعب دورا بارزاً في التأثير في عملية الترسيب، فالأحواض المائية التي تسودها الصخور الصلبة اشد تضرسا وانحدارا من الأحواض التي تسودها صخور هشة ، كما أن الصفات البنائية والحركات التكتونية تؤثران بشكل فعال في بيئة الحوض .

وقد تنشأ علاقة عكسية بين التضرس ومساحة الحوض، أي أنة كلما اتسعت مساحة الحوض يقل التضرس، وبالتالي ينعكس ذلك على الكثافة التصريفية، أما زيادة التضرس ووعورة السطح تؤدي إلى زيادة الكثافة التصريفية والتكرار النهري، بالإضافة إلى تعميق المجاري المائية والتصريف المائي الكبير الذي يترتب عليه تزايد قدرة الحوض على نقل الرواسب ومساحة النقل الرسوبي (سلامة، 2004).

وهنالك مجموعة من المعاملات المورفومترية التي تقيس خصائص التضرس هي:

- **التضرس الأقصى**

وهي من أبسط المعايير المورفومترية وتقدم صورة بسيطة عن مدى التغير في الارتفاع والانخفاض على سطح الحوض .

التضرس الأقصى = منسوب أعلى نقطة في الحوض _ منسوب أدنى نقطة فيه.

وبلغ مقدار التضرس لوادي بن حماد 1400 وبالتالي يمكن ملاحظة أن معدل الانحدار عالي مما يعني احتمال انجراف كميات كبيرة من التربة .

- **التضرس النسبي**

توضح هذه النسبة العلاقة بين المدى التضاريسي ومقدار محيط الحوض في معادلة رياضية تشير إلى درجة التضرس وتحسب كالتالي:

$$\text{التضرس النسبي} = \frac{\text{التضرس الأقصى (متر)}}{10 * \text{محيط الحوض}}$$

وبلغ مقدار تضرس حوض وادي بن حماد ما قيمته 2.41

- **نسبة التضرس**Relief-Ratio

يعتبر معدل التضرس معامل يعكس مباشرة درجة انحدار سطح الحوض ويمكن حسابه بالمعادلة التالية :

$$\text{معدل التضرس} = \frac{\text{التضرس الأقصى}}{\text{طول الحوض}}$$

ويبلغ معدل تضرس وادي بن حماد 7.77 م/كم .

وتشير هذه النسبة إلى زيادة درجة انحدار سطح الحوض ،وما يترتب على ذلك من تصعيد لعمليات الحت وزيادة الناتج الرسوبي في ظل التضرس المرتفع .

لذا نجد أن حوض وادي بن حماد له مجاري مائية عميقة ،ويمتلك قدرة عاليـــة على نقل الرواسب من المنبع وحتى المصب . ويعود سبب ارتفاع التضرس إلى تعرض الحوض لحركات الرفع والهبوط التكتوني .

- **النسيج الطبوغرافي (معدل النسيج الحوضي)**

يعتبر هذا العامل من أهم العوامل التي تحدد مقدار خطورة الحوض بزيادة قيمته والذي يشير إلى مدى تأثر الحوض بكميات الأمطار الساقطة والجريان السطحي وكما يلعب نوع الغطاء النباتي ودرجة التسرب دور في حساب هــذا العامــل . ويمكن حسابه حسب المعادلة التالية :

$$\text{معدل النسيج الحوضي} = \frac{\text{مجموع أطوال المجاري في الحوض}}{\text{طول محيط الحوض}}$$

وكانت نتيجة معدل النسيج لوادي بن حماد 8.92 مجرى / كم مع العلم أن عدد المجاري في الوادي بلغت 518 مجرى .

وقد توصلت ماري موريساوا (Moresawa 1968) إلى تصنيف الأودية إلـــى أربع فئات بحسب معدل نسيجها الطبوغرافي حسب الجدول (8) التالي :

جدول (8)

تصنيف الأودية حسب معدل نسيجها الطبوغرافي

الفئة	نوع النسيج	معدل النسيج الطبوغرافي	خصائص الحوض
الأولى	خشن	أقل من 8 مجرى/كم	صخور ذات نفاذية عالية مع وفرة في النبات الطبيعي
الثانية	متوسط	8- 20 مجرى/كم	نفاذية عالية مع وفرة في النبات الطبيعي وتساقط المطر
الثالثة	ناعم	20- 200مجرى/كم	صخور غير منفذة مع كمية مطر كبيرة وقلة في النبات
الرابعة	ناعم جدا	أكثر من 200 مجرى/كم	صخور غير منفذة وعدم وجود نبات طبيعية مع وابل من المطر .

المصدر (سلامة،2004)

وحسب هذا التصنيف نجد أنه لا ينطبق على حوض وادي بن حماد لان الحوض يعاني من نسبة تلوث عالية لكثرة الأسمدة الكيميائية والمبيدات الحشرية المستخدمة وهذا الأمر ينعكس سلبا على وفرة الغطاء النباتي .

جدول رقم (9)

الخصائص الشكلية لحوض وادي بن حماد

الحوض	أعلى نقطة في الحوض (م)	أدنى نقطة في الحوض (م)	نسبة التضرس	التضرس الأقصى	النسيج الطبوغرافي
وادي بن حماد	1080	320 -	7,77م/كم	1400 م	8,92

المصدر : عمل الباحث

2.5.2 **خصائص الشبكة المائية** Drainage Networks

تعتبر خصائص الشبكة المائية على جانب كبير من الأهمية ،لأنها تعكس الخصائص المورفومترية بجوانب الأودية ،وأشكال الأرض ،والتي تمد المجرى برواسب مختلفة .

وترتبط هذه الخصائص بالظروف البيئية والحوضية السائدة في منطقة الحوض. وتتعدد خصائص الشبكة المائية التي تم حسابها لحوض وادي بن حماد كما في الجدول التالي:

جدول رقم (10)

خصائص الشبكة المائية في حوض وادي بن حماد

خصائص الشبكة المائية	
الكثافة التصريفية	2.49 كم/كم^2
التكرار النهري	3,84 مجرى/كم^2
معامل الانعطاف	1,33
قيمة الوعورة	3.486
عدد المجاري	518 مجرى

المصدر: عمل الباحث

كثافة التصريف المائي Drainage Density

تعد كثافة التصريف المائي في الحوض النهري انعكاسا للظروف البيئية التي تسود في الحوض، وترتبط بالمرتبة الأولى بطبيعة المناخ السائد وخاصة عنصر المطر حيث تزداد كثافة التصريف بالمناطق التي تسقط عليها منسوب عالي من الأمطار وتعتمد كثافة التصريف على نوع الصخور والتربة والغطاء النباتي في المنطقة (سلامة،2004).

ويمكن الحصول على كثافة تصريف الوادي بالمعادلة التالية :

$$\text{كثافة التصريف المائي} = \frac{\text{مجموع أطوال الشبكة المائية /كم}}{\text{مساحة الحوض /كم}^2}$$

بلغ قيمة كثافة تصريف وادي بن حماد 2.49كم/كم^2 وتعتبر هذه القيمة منخفضة جدا ودون المعدل العام لكثافة التصريف في أحواض الصخور الغرانيتية والجيرية في جنوب الاردن والبالغة 5,53(سلامة،2004)، ويمكن تعليل هذا الانخفاض على الرغم من هطول كميات مرتفعة من الأمطار نسبيا إلى نفاذية الصخور الرملية السائدة والتي تسمح بتسرب كمية كبيرة من المطر إلى باطن الأرض .

وقد أظهرت معظم الدراسات الكمية التي درست خصائص الشبكة المائية ، بان الكثافة التصريفية ترتبط بعلاقة طردية مع نسبة التضرس والتكرار النهري وبعلاقة عكسية مع مساحة الحوض المائي (سلامه،2004).

- **التكرار النهري** Stream Frequency

وتعبر عن عدد الأنهار في وحدة مساحة حوض التغذية ، وقد اقترح (Strahler,1958) المعادلة التالية (سلامة،2004).

$$\text{التكرار النهري} = \frac{\text{عدد المجاري المائية}}{\text{مساحة الحوض}}$$

وقد بلغ معدل التكرار النهري لحوض وادي بن حماد 3,84 مجرى /كم^2، وهي نسبة متدنية إذا ما قورنت مع معدل التكرار النهري للأحواض المائية في الاردن والتي أشار لها (سلامه،1980). وبلغت 11,39 مجرى مائي/كم^2.

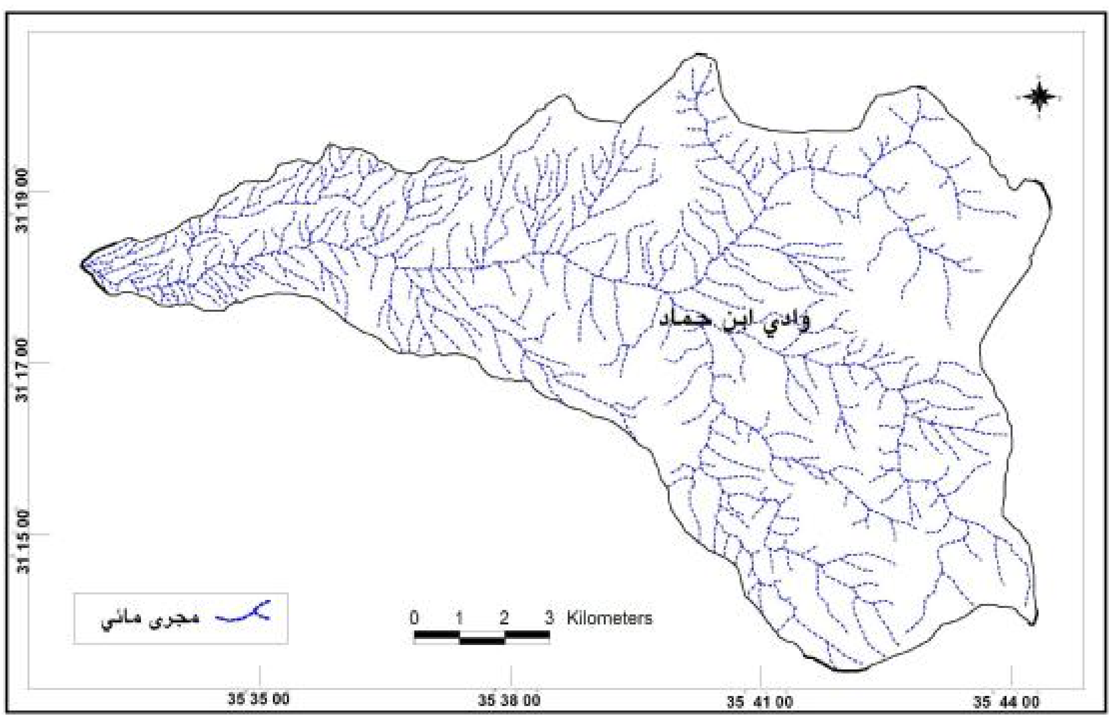
وتشير هذه النسبة إلى صغر مساحة الحوض وان هناك كميات من الصخور ما زالت معرضة للحت المائي إذا ما توفرت الظروف المناسبة ، كتزايد الهطول المطري وغيرها .

جدول (11)

التكرار النهري والكثافة التصريفية لحوض وادي بن حماد

الحوض	مجموع طول المجاري المائي	مساحة الحوض	عدد المجاري المائية	التكرار النهري مجرى/كم^2	كثافة التصريف كم^2
وادي بن حماد	338,841 كم	136,13 كم^2	518 مجرى	3,84 مجرى/كم^2	2.49 كم/كم^2

المصدر : عمل الباحث



شكل (22) شبكة المجاري المائية في حوض وادي بن حماد

المصدر : الخريطة الطبوغرافية مقياس 50000:1

- **معامل الانعطاف** Inflection Factor

ويقصد به نسبة الطول الحقيقي للمجرى المائي إلى الطول الفعلي . ويظهر أثــر معامل الانعطاف على احتمالات التسرب والتبخر ، حيث يقل التبخر والتســرب كلما قلت درجة الانعطاف ، والذي يدل على اقتــراب المجــرى النهــري مــن الاستقامة والتي تساهم بدورها بسرعة الجريان ووصول مياه الحوض إلى المصب في فترة زمنية قصيرة ويمكن تطبيق المعادلة التالية لاستخراج معامل الانعطــاف (جبوري،1988) .

$$\text{معامل الانعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الفعلي}}{\text{طول الحوض}}$$

وبعد تطبيق المعادلة على حوض وادي بن حماد بلغت قيمة معامل الانعطــاف لــه 1,33 تبين أن الحوض قريب من الاستقامة مما يسهل سرعة الجريان الســطحي مع انحسار في كميات التبخر والتسرب وزيادة الانحدار.

جدول (12)

معامل الانعطاف لحوض وادي بن حماد

الحوض النهري	الطول الفعلي كم	طول الحوض كم	معامل الانعطاف
وادي بن حماد	24 كم	18,02 كم	1,33

المصدر : عمل الباحث

- **قيمة الوعورة** Ruggedness Value

تعد درجة الوعورة من أهم المقاييس المورفومترية التــي تعــالج العلاقــة التبادلية المركبة بين أكثر من متغير فهو يقيس العلاقة بــين كــل مــن التضــرس الحوضي وأطوال المجاري والمساحة الحوضية أو بعبارة أخرى يعبر عن العلاقــة بين التضرس الحوضي وكثافة الشبكة التصريفية.

وتتناسب القيم المرتفعة لهذا العامل طرديا مع ارتفاع قــيم نســب تضــرس حوض التصريف ومع زيادة أطوال المجاري على حساب المساحة الحوضية وقيمة

الوعورة تنخفض في أول مراحل الدورة الحتية للحوض ثم تبدأ بالتزايد التـــدريجي حتى تصل إلى حدها الأقصى عند بداية مرحلة النضج ثم تبدأ بالانخفاض.

يمكن الحصول على قيمة الوعورة باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{قيمة الوعورة} = \frac{\text{التضرس الأقصى * كثافة التصريف}}{1000}$$

وقد بلغت قيمة الوعورة لوادي بن حماد 3.486 وتدل هذه القيمة على شـــدة الوعورة في الحوض وهذا يتناسب مع وجود الفارق الكبير بين اعلي نقطة واخفض نقطة في الارتفاع لدى الحوض .

جدول (13) قيمة الوعورة لوادي بن حماد

الحوض النهري	التضرس الأقصى	كثافة التصريف	قيمة الوعورة
وادي بن حماد	1400m	2.49 كم/كم^2	3.486

المصدر : عمل الباحث

سرعة الجريان :

تم قياس عرض قناة التصريف في خمسة مواقع مختلفة وبلغ معدل عرض قناة التصريف (2.14) م . وتم أيضا قياس سرعة الجريان فكانت (0.625) م/ث.

نسبة التشعب :

تعبر هذه العلاقة بين عدد المجاري في كل مرتبتين متتاليتين وحسب القانون التالي:

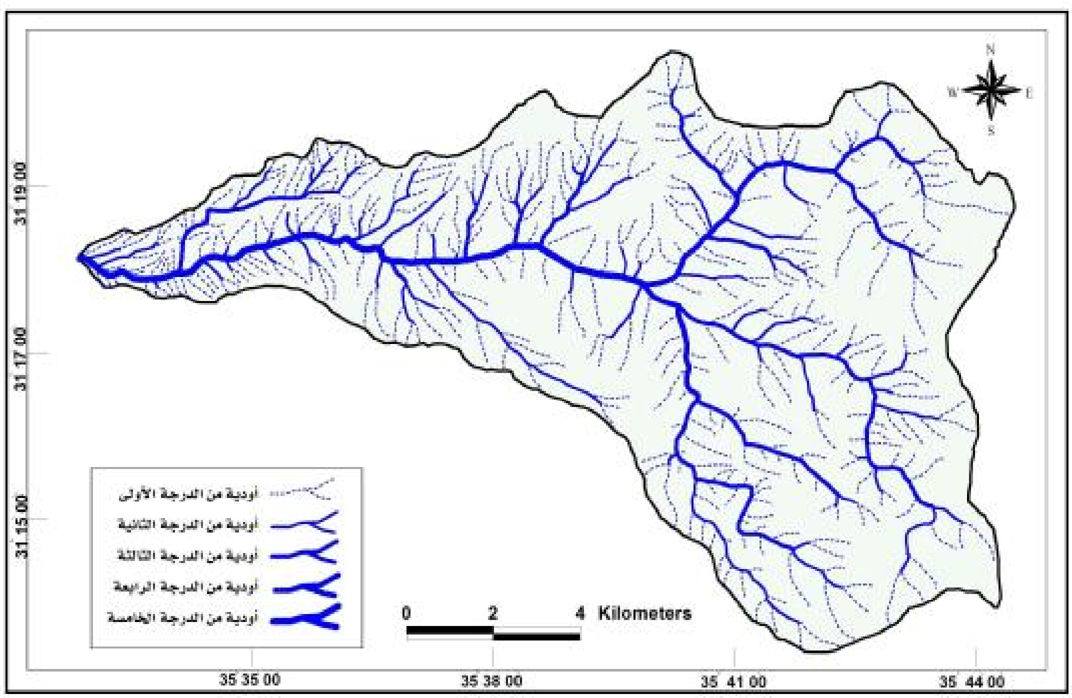
$$\text{نسبة التشعب} = \frac{\text{عدد المجاري في مرتبة ما}}{\text{عدد المجاري في المرتبة التي تليها}}$$

جدول (14)

الرتبة ونسبة التشعب لحوض وادي بن حماد

الرتبة	عدد المجاري	النسبة %	نسبة التشعب
1	374	71.5%	
2	100	19.12%	3.74
3	37	7.07%	2.7
4	7	1.3%	5.28
5	5	.95%	1.4

المصدر : عمل الباحث



شكل (23) رتب الأودية في حوض وادي بن حماد

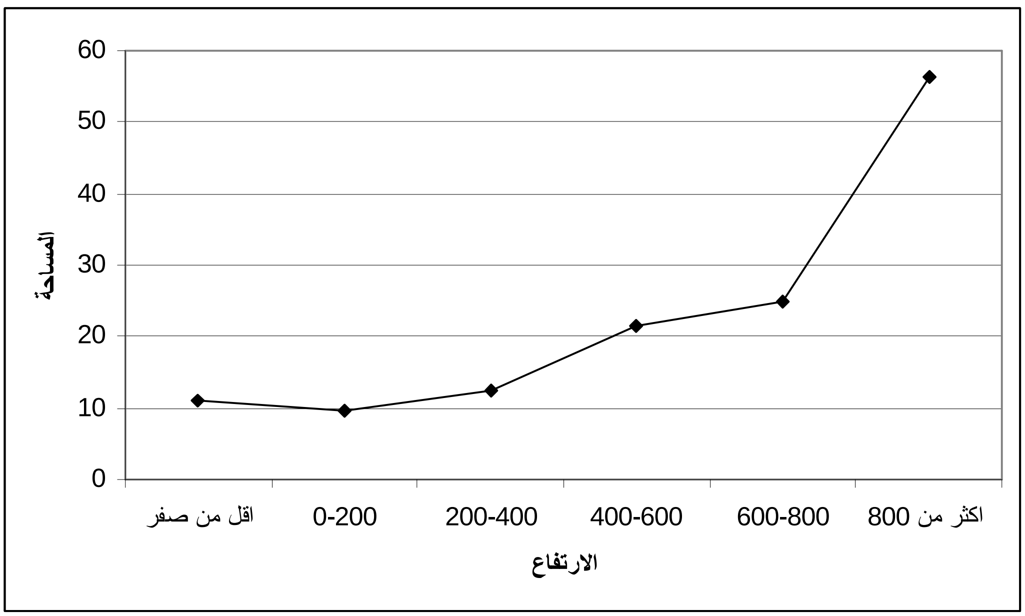
المصدر : عمل الباحث

جدول (15)

الارتفاع والمساحة

الارتفاع	المساحة	نسبة المساحة
اقل من صفر	10.99	8.08
0-200	9.73	7.14
200-400	12.53	9.2
400-600	21.52	15.8
600-800	24.94	18.3
أكثر من800	56.29	41.35

المصدر : عمل الباحث



شكل (24) منحنى الارتفاع ونسبة المساحة

المصدر : عمل الباحث

6.2 **الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات التربة:**

طريقه أخذ العينات :

تم اخذ العينات من منطقه وادي بن حماد/ محافظه الكرك، من عمق 20 سم، ومن ثم تجفيفها باستخدام الفرن الحراري على درجه حرارة 105 درجه مئوية ولمدة 24 ساعة، ومن ثم تنخيلها باستخدام المنخل الميكانيكي بقطر حبيبات يبلغ (85 µm) ومن ثم تحفظ العينات في علب بلاستيكيه داخل الثلاجة من اجل استخدامها في التحليل الكيميائي.

1. قياس الموصلية الكهربائية (EC)

نأخذ 2 غم من عينه التربة و10 مل من الماء المقطر ومن ثم نقوم بمجانسة الخليط بتحريكه لمده 6 ساعات وبعد ذلك يتم قياس الموصلية باستخدام جهاز الموصلية الكهربائية (conductivity meter Ec-meter model LF 750) .

2. قياس درجه الحموضة (pH)

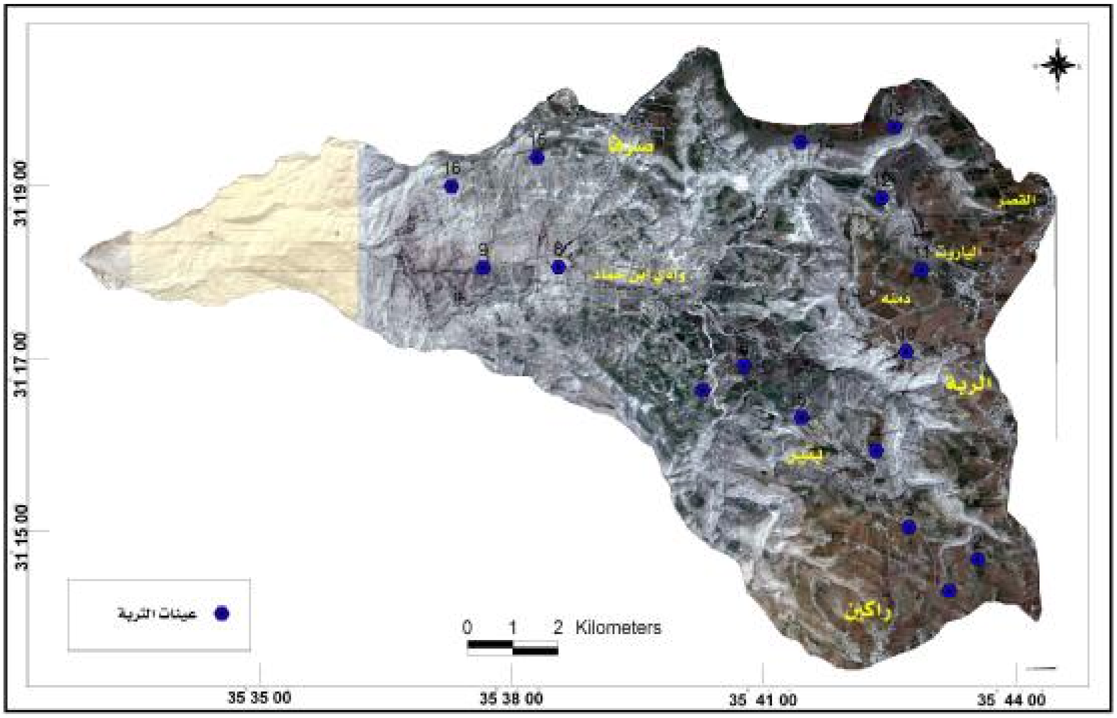
نأخذ 2 غم من عينه التربة و 10 مل من الماء المقطر ومن ثم نقوم بمجانسة الخليط بتحريكه لمده 6 ساعات وبعد ذلك يتم قياس الحموضة باستخدام جهاز قياس الحموضة (pH meter model HI metet).

3. قياس محتوى التربة من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$)

تم قياس المحتوى باستخدام طريقه المعايرة السريعة في طريقه Bashour ,2007 ل 16 عينه تم أخذها من وادي بن حماد/ محافظه الكرك .

4. قياس المحتوى العضوي لعينات التربة (total organic matter)

تم قياس المحتوى باستخدام طريقه الأكسدة الرطبة وتسمى هذه الطريقة بطريقه Walkley- Blacks.



شكل (25) مواقع أخذ عينات التربة في حوض وادي بن حماد

المصدر : عمل الباحث

العناصر الثقيلة:

تعرف العناصر الثقيلة بأنها تلك العناصر التي تزيد كثافتها على خمسه أضعاف كثافة الماء 5 مجم / سم ^{3} ، وهي التي لها تأثيرات سلبيه على البيئة عند الإفراط في استخدامها كما وتؤثر على صحة الإنسان والحيوان والنبات.

ومن العناصر الثقيلة الرصاص(pb)، والزئبق(Hg) ، والكادميوم(cd) ، والزنك (zn)، والكروم(cr)، والنحاس(cu) وهي من اخطر المواد التي تلوث التربة. وتتعرض التربة للتلوث بالعناصر الثقيلة، وتلك الملوثات تختلط بالتربة وتفقدها خصوبتها حيث تسبب قتل البكتيريا المسؤوله عن تحليل المواد العضوية الموجودة بالتربة وتثبيت عنصر النيتروجين بها.

مصادر العناصر الثقيلة :

تتلوث التربة بالعناصر الثقيلة من مصادر عديدة منها مصادر طبيعيه وبعضها مصادر ناتجة من مصادر بشريه وتسمى مصادر صناعية لان غالبيتها ترجع للنشاط الصناعي .

1- مصادر طبيعيه، تتواجد العناصر الثقيلة بكثرة في الطبيعة حيث تنطلق خلال الدورات الجيوكيميائيه إلى البيئة.
2- مصادر ناتجة من النشاط الإنساني :استخراج المعادن من المناجم وما ينتج عنها من مخلفات تصبح مصدر للتلوث في الأراضي المحيطة.
3- مخلفات الصرف الصحي والصناعي : إن جميع أنواع الحمأه تحتوي على تركيزات عاليه من العناصر السامة إلا أن الحمأه الناتجة من الصرف الصناعي تحتوي على ملوثات غير عضويه بتركيزات أعلى بكثير من الحمأه الناتجة من الصرف الصحي وتعتبر عناصر Zn,Ni,Cu,Cd من أهم العناصر التي تسبب مشاكل في الإنتاج الزراعي عند أضافه الحمأة إلى التربة.
4- التخلص من المخلفات الصلبة والسامة من مخلفات المنازل والمصانع والمستشفيات يمكن أن تؤدي إلى تلوث التربة وانتقالها إلى المياه الجوفية.
5- احتراق الوقود (فحم – بترول) ينتج عنه عدد كبير من العناصر الثقيلة والصغرى والتي تترسب على الأراضي المحيطة كما إن احتراق البترول الذي يحتوي على إضافات من الرصاص يعتبر من أهم مصادر تلوث التربة.
6- الصناعات التعدينية .
7- بعض الكيماويات المستخدمة في الزراعة تكون مصدر للعناصر الثقيلة.
8- الشوائب والعناصر الثقيلة السامة الموجودة في الأسمدة الكيماوية، حيث تحتوي الأسمدة على كميات من شوائب العناصر الثقيلة كميات كبيره تضاف إلى التربة ومع تكرار الإضافة يحدث تراكم للعناصر في التربة وتمتص بواسطة النبات لتصل إلى الإنسان.

تقدير العناصر الثقيلة:

يتم قياس العناصر الثقيلة من مستخلصات التربة كما في الجدول (16) بواسطة جهاز الامتصاص الذري وضمن الأطوال الموجية لكل عنصر وبإدخال تراكيز قياسية معلومة. وعمليه الهضم كانت باستخدام خليط من الأحماض هي حمض النيتريك، وحمض الهيدروفلوريك، وبيرو كسيد الهيدروجين والذي يستخدم من أجل أكسده المادة العضوية في عينه التربة. وتخضع العناصر الثقيلة في التربة إلى سلسلة من التفاعلات تؤدى بها التحول إلى أشكال أخرى. فبعد وصولها إلى التربة تبدأ عمليا دورة العناصر الثقيلة، التي لم تختبر حتى الآن بدقة من حيث أخطارها على صحة الإنسان والبيئة. وتعتبر العناصر الفلزية واللافلزية آلاتية بحسب تركيبها الكيماوي: Pb,Hg, Cd, Ni, Cr, Al, Fe, من بين أكثر مواد التلوث والتسمم وذلك مقارنة مع الحدود والنسب العالمية المسموح بها، جدول (1).

جدول (16)

تركيز العناصر الثقيلة في عينات التربة (mg/kg)

Fe حديد	Pbرصاص	Niنيكل	Znزنك	Cuنحاس	Crالكروم	(Cd) كادميوم	العينة
50.2	0.13	6.85	48.3	4.5	26.31	0.01	1
48.3	0.87	7.22	36.38	5.8	28.31	0.05	2
53	0.35	8.2	35.31	3.4	25.61	0.1	3
45	0.82	7.23	31.25	2.9	27.61	0.32	4
30	0.72	8.29	32.37	4.5	29.35	0.62	5
49.7	0.48	6.72	36.62	3.3	31.28	0.28	6
15.3	0.37	7.6	40.26	7.9	20.11	0.3	7
17.5	0.41	7.74	30.75	4.1	19.3	0.1	8
12.22	0.43	7.88	31.11	4.6	18.66	0.2	9
47.2	0.65	8.2	38.76	3.9	15.6	0.4	10
49.1	0.46	8.5	39.21	4.3	14.82	0.3	11
40.6	0.38	6.5	36.3	7.3	12.56	0.11	12
44.5	0.46	5.9	28.2	4.95	11.89	0.25	13
43.8	0.35	6.09	31.2	2.81	10.54	0.35	14
13.8	0.28	7.01	30.9	3.95	9.61	0.19	15
15.9	0.16	3.4	40.15	4.5	13.94	0.1	16

المصدر : عمل الباحث

جدول (17)
القيم المسموح بها لتراكيز بعض العناصر الثقيلة في التربة
حسب منظمه الصحة العالمية (WHO)(Hash,2002)

العنصر	التركيز (mg/kg)
الحديد	500
الزنك	500
النحاس	16,66 -3,333
الرصاص	1,66
النيكل	3,33
الكروم	8,33
الكادميوم	8,33 -16,66

المصدر : عمل الباحث

خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية :

تم قياس الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات التربة وتتضمن قياس درجه الحموضة و الموصلية الكهربائية و المحتوى العضوي و قياس كربونات الكالسيوم.

a. **قياس الحموضة**(pH)

نتائج قياس درجه الحموضة لعينات التربة موضحه في الجدول (18) وقد أوضحت النتائج بأن معظم عينات التربة هي قاعدية، وتراوحت قيم الحامضيه من 7,81 إلى 8,67 بمعدل 8,21، ويوضح شكل (26) بأن أعلى قيمة للحامضية كانت في عينه (16)، وأقل قيمه كانت في عينه (12)، والتربة القاعدية في هذه العينات تعود إلى النسبة العالية من كربونات الكالسيوم (murrary,2000 Lasat 2000,)، والتي تؤدي إلى معادله حموضة التربة (Momani,2003) ، إن التغير في حمضيه التربة يؤدي إلى تركيز العناصر الثقيلة في التربة وترسيبها داخلها (McCauley, 2003) .

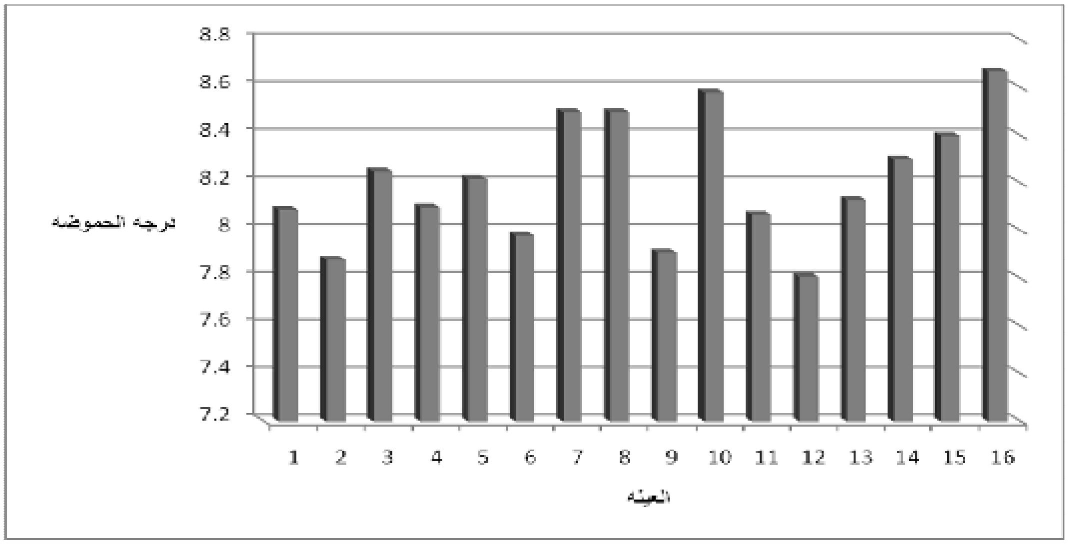
أن حامضية التربة لها دور رئيس وهام لوجود العناصر الثقيلة لذلك تبقى المعادن على الطبقة السطحية للتربة، والسبب في ذلك هو تكون مجموعات الهيدروكسيد والكربونيت غير الذائبة، وبشكل عام فان الترب الكلسية تؤدي إلى زيادة القاعدية للتربة.

جدول(18)

قياسات الخصائص الفيزيائية والكيميائية

العينة	درجه الحموضة (pH)	الموصلية الكهربائية (µ S/cm)	مجموع المادة العضوية
1	8.09	540	14.32
2	7.88	209	8.21
3	8.25	204	8.11
4	8.1	232	8.08
5	8.22	360	11.67
6	7.98	182.9	3.71
7	8.5	144	3.74
8	8.50	142.7	3.62
9	7.91	137.1	3.42
10	8.58	140.6	3.53
11	8.07	204	8.09
12	7.81	235	7.79
13	8.13	152	4.21
14	8.30	126.6	2.94
15	8.40	824	16.33
16	8.67	142.3	3.61

المصدر : عمل الباحث



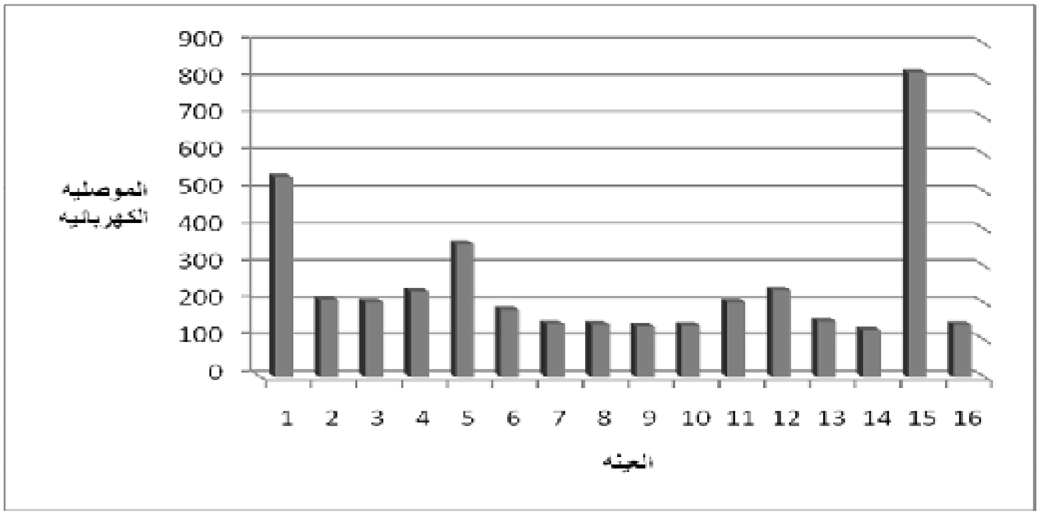
شكل (26) قيم الحموضة لعينات التربة

المصدر : عمل الباحث

b – الموصلية الكهربائية

هي مقياس لقدرة المحلول المائي في إيصال التيار الكهربائي، ترتبط موصليه التربة بنسبة تركيز الأملاح المعدنية الذائبة فيه، تسجل الموصلية بالمللي سيمنز لكل متر (ms/m) أو ميكرو سيمنز لكل سنتيمتر (µS/cm) .

وتشير نتائج الموصلية الكهربائية لعينات التربة الموضحه في الجدول (18) أن معظم عينات التربة هي ذات موصليه عاليه مقارنه مع قيم الموصلية للتربة الأردنية، وتراوحت قيم الموصلية الكهربائية من 126,6 إلى 824 ميكروسيمنز/ سم بمعدل 248(µS/cm) ويوضح شكل(27) بأن أعلى قيمه للموصلية الكهربائية كانت في عينه (15)، وأقل قيمه كانت في عينه (14)، أن ارتفاع قيمه الموصلية الكهربائية يعود إلى درجه الحرارة العالية صيفا وقله سقوط الإمطار الكافية حيث تؤدي إلى تركز الأملاح على الطبقة العليا للتربة، وهذه الزيادة في مجموع الأملاح تؤدي إلى زيادة ذائبيه العناصر الثقيلة في التربة وتسربها إلى النسيج الداخلي للتربة وبالتالي تلوث التربة، وتعود زيادة الموصلية الكهربائية إلى عوامل عده من أهمها طبيعة المنطقة، واتجاه الرياح التي تجلب معها الأغبر الناتجة من الأنشطة البشرية المختلفة والمحتوية على العناصر الثقيلة.



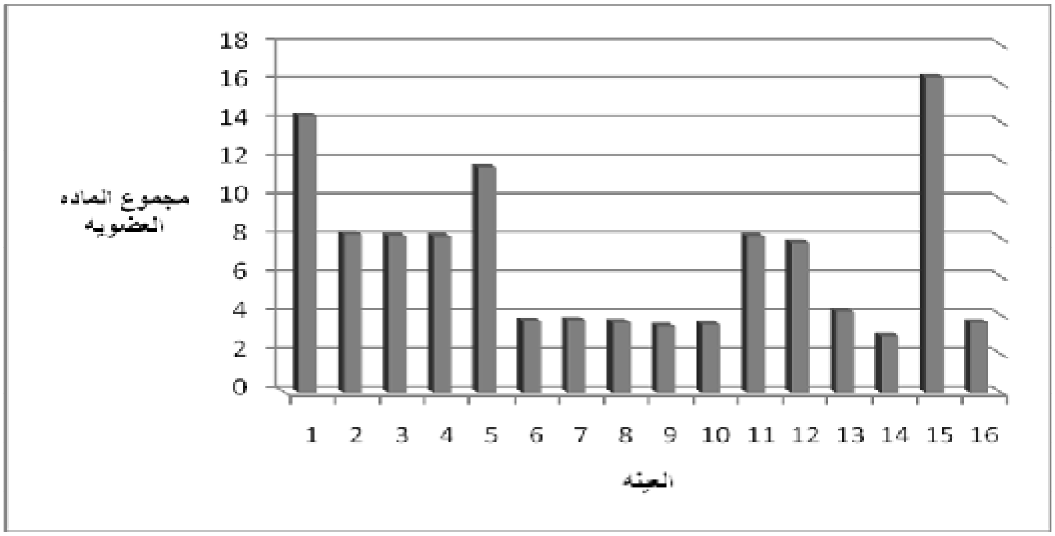
شكل (27) قيم الموصلية الكهربائية (µS/cm) لعينات التربة

المصدر : عمل الباحث

c- مجموع المحتوى العضوي:

تحتوي التربة مجموعه كبيره من المواد العضوية تتراوح ما بين السكريات الأحادية والكربوهيدرات إلى البروتينات المعقدة والدهون والأحماض العضوية والتي تتضمن مخلفات الأغذية، فضلات الحيوانات والورق والكرتون والزيوت والأنسجة والألياف النباتية والمياه العادمه والحمأه. (Nelson and sommerrs,1996) .

توضح نتائج مجموع المحتوى العضوي لعينات التربة كما في الجدول (18) أن معظم عينات التربة هي ذات محتوى عضوي عالي مقارنه مع قيم المادة العضوية للتربة الأردنية، وتراوحت قيم المحتوى العضوي من 2,94- 16,33 % بمعدل 6,96 %، ويوضح شكل (28) بأن أعلى قيمه لمجموع المادة العضوي كانت في عينه(15) ، وأقل قيمه كانت في عينه (14)،والسبب في ارتفاع المادة العضوية هو مخلفات مزارع دجاج الوطنية وبقايا الأعلاف والتي يتم التخلص منها خلال التربة.



شكل (28) قيم المادة العضوية لعينات التربة

المصدر : عمل الباحث

d- نسبه كربونات الكالسيوم

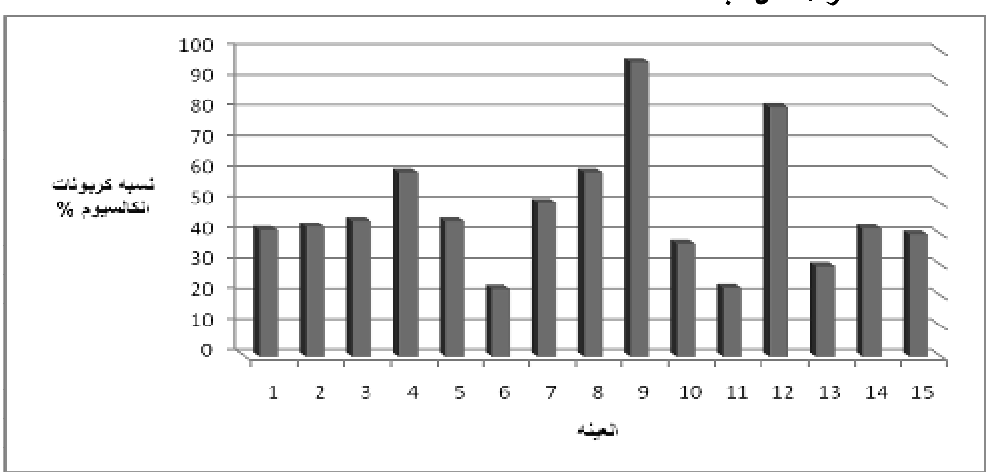
كربونات الكالسيوم هو المكون الرئيسي للتربة الكلسيه، ويتراوح من نسب قليله إلى ما يقارب 80 % في بعض أنواع الترب ويتوزع في طبقات التربة ويؤثر على الخصائص الفيزيائية والكيميائية (Bashour et al. ,2007). وقد تراوحت قيم كربونات الكالسيوم ما بين 22,24% - 96,48 % جدول (19). وهي ضمن النسب الموجودة في التربة الأردنية شكل (29).

جدول(19)

كربونات الكالسيوم في عينات التربة

العينة	تركيز كربونات الكالسيوم(ملغرام/ لتر)
1	41.5
2	42.6
3	44.5
4	60.44
5	44.5
6	22.24
7	50.47
8	60.44
9	96.48
10	37.11
11	22.58
12	81.64
13	29.68
14	42
15	40
16	70

المصدر : عمل الباحث



شكل (29) نسبه كربونات الكالسيوم (%) لعينات التربة

المصدر : عمل الباحث

7.2 الدراسات السابقة :

لاقى موضوع الناتج الرسوبي اهتماما" كبيرا" من قبل المختصين والباحثين لما له من أهمية من الناحية الجيومورفولوجية والتطبيقية نظرا" لارتباطه بانجراف التربة والترسيب في السدود .

وقد لاقى موضوع حماية التربة من الانجراف وحماية موارد المياه اهتماما" كبيرا" من قبل الجهات المعنية ، حيث أن الحفاظ على الموارد المائية وخاصة أن الاردن يعاني شح المياه ، والحفاظ على التربة يحققان الأمن الغذائي الذي نطمح له .

وقد أعتمدت خلفية الدراسة على الدراسات العربية والأجنبية التالية :

1.7.2 الدراسات العربية :

دراسة (الفرحان، 1971) ، بعنوان جيومورفولوجية حوض وادي الموجب والكرك. حيث قام الباحث بدراسة العمليات والأشكال الجيومورفولوجية في الحوض وتصنيفها وحدد بذلك بعضاً من الانهيارات الأرضية، وبعض خصائص انجراف التربة في تلك الأحواض.

وفي دراسة (الفرحان، 1985)، بعنوان تقييم أخطار انجراف التربة في حوض وادي البحاث الأعلى وسط الاردن. استخدم الباحث أساليب المسح الجيومورفولوجي وتفسير الصور الجوية في إنشاء خرائط انجراف التربة، حيث أن غزارة الأمطار والخصائص الجيومورفولوجية وخصائص استعمالات الأراضي واضطراب السفوح تعد أهم العوامل التي تؤثر في انجراف التربة في منطقة الدراسة .

وفي دراسة (العنانزه، 1986) بعنوان الناتج الرسوبي لحوض كفرنجة.

أوضحت الدراسة دور كفاءة وسعة المجرى المائي في نقل الرواسب ، وقد قاس الباحث كمية الحمولة الرسوبية ميدانيا في الحوض وربطها بكمية الأمطار بحيث تراوحت ما بين 5,7 - 588,8 طن/ كيلو متر مربع سنويا وتوصل أيضا إلى أن قدرة مجرى النهر على نقل الرواسب تزداد مع زيادة سرعة جريانه وكمية تصريفه المائي .

وفي دراسة (العمري، 1989) ، بعنوان تقييم الموارد الطبيعية في منطقة الفصل المائي بين نهري اليرموك ووادي شعيب . قامت الباحثة بدراسة الموارد الطبيعية المتجددة في المنطقة وتحليلها بهدف تنميتها ، وأبرزت مشاكل الاستغلال الجائر من خلال تحليل قدرة الموارد الطبيعية على العطاء، ووضعت تصوراً علمياً لإدارة الموارد وتوجيهها نحو استثمار أمثل .

وفي دراسة (الحموري، 2002)، حاول الباحث قياس انجراف التربة باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وأنظمة المعلومات الجغرافية باستخدام المعادلة العالمية لتقدير انجراف التربة، حيث توصل إلى نتائج على شكل خرائط لأصناف الانجراف في منطقة الدراسة.

وفي دراسة (حرب، 2003)، بعنوان تقييم الموارد الطبيعية في حوض وادي الريان. هدفت الدراسة إلى مسح الموارد المائية السطحية والتعرف على الخصائص المورفومترية للشبكة المائية والموارد المائية الجوفية وأصناف التربة و قابلية كل صنف للاستعمال الزراعي.

وفي دراسة (بني طه، 2004)، بعنوان انجراف التربة وأثارها على الاستخدام الزراعي للتربة في منطقة جرش، وذلك بقياس كميات انجراف التربة بفعل التناثر والجريان المائي السطحي خلال الموسم المطري للعام 2003 – 2004 والوقوف على العوامل وراء ذلك.

وفي دراسة (النوايسة، 2006)، بعنوان تقييم الأخطار البيئية وإدارة الأراضي في حوض وادي الكرك جنوبي الاردن، تناولت الدراسة موضوع الأخطار البيئية وإدارة الأراضي في حوض وادي الكرك مثل الانزلاقات الأرضية وانجراف التربة حيث استخدم المعادلة العالمية لفقد التربة لتقدير حجم الانجراف بناءً على معطيات المنطقة للخروج بنمذجة هيدرولوجية لحوض وادي الكرك وقد دمجت هذه الاخطار باستخدام انظمة المعلومات الجغرافية (GIS) .

وفي دراسة (النواصرة، 2006) أثر انخفاض مستوى سطح البحر الميت على جيومورفولوجية أحواض أودية: الكرك وابن حماد والجرة وشقيق والموجب، فقد بينت هذه الدراسة أن البيئة الارسابية لهذه الأودية بيئة نهرية وبحرية

ناتجة عن منطقة الإنطلاق النشطة للرواسب والمتمثلة بالمرتفعات الشرقية ورواسب البحيرات القديمة وأظهرت الدراسة أن هنالك علاقة ايجابيــة بــين معــدل تكــور الرواسب ومسافة النقل وان وادي الموجب من أكثر أودية الدراسة تكورا للرواسب بنسبة 89 % واقلها وادي شقيق وبنسبة 30 % ، فكلما زاد طول المجــرى زادة نسبة تكور الرواسب .

ودراسة (أبو سليم، 2009) بعنوان الدور الجيوموفولــوجي للخصــائص المورفومتريه والتصريف المائي في الناتج الرسوبي لوادي الوالــه وتوصــل فــي دراسته إلى العديد من النتائج منها وجود علاقة ايجابيه بين حجم النــاتج الرســوبي لوادي الواله وتزايد درجة انحدار مجراه، ودلت الدراسة على تزايد معدل الحمولــة العالقة في وادي الواله باتجاه مصبه، كما أظهرت نتائج الدراسة دور الخصــائص المورفومتريه للوادي في زيادة حجم ناتجة الرسوبي من خلال زيادة قدرة المجاري المائية في منطقة المنابع على حت ضفافها وتعميق مجاريها وزيادة نتاجها الرسوبي الذي يغذي المجرى الرئيس للوادي.

وفي دراسة (قطيش، 2012) بعنوان تقدير انجراف التربة باستخدام نمــوذج المعادلة العالمية لتقدير انجراف التربة RUSLE لحــوض وادي الحســا، هــدفت الدراسة إلى تحديد معدل انجراف التربة في حوض وادي الحسا وتحديــد التوزيــع المكاني للمناطق حسب قدرتها على الانجراف وكذلك أنماط هذا الانجراف.

وفي دراسة (المحاميد، 2012) بعنوان كمية النــاتج الرســوبي فــي ســد الموجب، وقد بينت الدراسة كمية المياه والطمي الداخلة للسد، وحددت المناطق ذات حت وترسيب عاليه وذلك لإدارة هذه المناطق وتقليل معدل الترسيب الواصل لســد الموجب.

وفي دراسة (الضمور، 2013) بعنوان العوامل المؤثرة في الناتج الرســوبي لحوض وادي البالوع. وقد توصلت الدراسة إلى وجود علاقة ارتباط بين حجم الناتج الرسوبي ودرجة انحدار المجرى لوادي البالوع، بالإضافة إلى وجود علاقة عكسية بين مسافة النقل وحجم المادة الرسوبية مع ازدياد مسافة النقل وتدني الحجم.

2.7.2 الدراسات الأجنبية :

دراسة (Wayne, 1985) بعنوان الآثار والجيومورفولوجية لبناء سد قلينبون على هيدرولوجية مجاري الأنهار الدنيا في شمال شرق استراليا .

وقد أوضح الباحث أن بناء السد قد احدث تغيرات في هيدرولوجية تلك المجاري، و اتضح ذلك من خلال انخفاض المعدل السنوي للجريان السطحي ، وانخفاض الفيضان إلى اقل من (80%) وانخفاض حجم الرواسب العالقة في تلك المجاري نتيجة لترسيب معظم الحمولة العالقة في بحيرة السد .

وفي دراسة (Patrick and Wayne, 1994) بعنوان اثر التغيرات الهيدرولوجية في مجاري الأنهار على ناتجها الرسوبي. أوضحت الدراسة أن سد Windermere على نهر Cudgegong بالقرب من مدينة مودي الاسترالية قد أحدثت تغيرات في الخصائص الهيدرولوجية للنهر، إذ انخفض معدل جريانه إلى (70%) وانخفضت الفيضانات في الجزء الأدنى من النهر وانخفض معدل تكرار حدوثها بنسبة تراوحت ما بين (57%) إلى (72%)، كما أدى بناء السد إلى انتظام الجريان المائي للنهر الذي كان متزامنا مع انكماش القناة، وتوصلت الدراسة إلى إن الروافد غير المنتظمة في جريانها تشكل المصدر الرئيس للرواسب التي تغذي مجرى النهر الرئيس وبخاصة عندما تتشكل الفيضانات الكبيرة في مجاري الروافد غير المنتظمة أسفل السد، بحيث يتجاوز التصريف المائي في تلك الروافد العتبة الجيومورفولوجية لقنواتها المائية .

وفي دراسة (Collins, et, al., 2001) بعنوان أهمية دور استعمالات الأراضي في حوض نهر كاليا في جنوب زامبيا في زيادة الناتج الرسوبي للحوض.

قام الباحثون بأخذ عينات من مياه النهر لقياس الحمولة العالقة من جميع أجزاء الحوض بحيث غطت جميع استعمالات الأراضي. وقد أظهرت نتائج تحليل تلك العينات أن (63.7 %) من الناتج الرسوبي للحوض تنقل من مناطق التجمعات السكانية والمناطق الزراعية .

وفي دراسة (Messing. et, al., 2003) بعنوان معيار لتقييم مدى ملائمة الأرض في حوض صغير لتجميع مياه الأمطار في سهل لويس في الصين . تصف

الدراسة نتائج تقييم الأراضي في منطقة المشروع التي أشارت للحت الشديد الناتج عن الانجراف، واقترحوا مقارنة نتائج التخطيط ونتائج تقييم الأراضي ونتائج انجراف التربة معاً عند التخطيط لاستعمالها .

وفي دراسة (Verstraeten, et, al., 2003) بعنوان التغيرات في الناتج الرسوبي لنهر شيلدت في مدينة فلندر البلجيكية . أوضحت الدراسة أن الحمولة العالية من الرواسب العالقة المنقولة بفعل الجريان المائي نتيجة لعملية الانجراف تساعد على زيادة الناتج الرسوبي في تلك المناطق . وقد توصلت الدراسة إلى بيان دور الأنشطة البشرية واستعمالات الأراضي في زيادة الناتج الرسوبي من خلال العمل على زيادة معدلات التربة المنجرفة، إذ تشكل نسبة التربة المفقودة من الأراضي المحروثة (56%) .

وفي دراسة (Li et al., 2004) بعنوان ترتيبات استخدامات الأراضي من خلال منهج معدل لتقييم انجراف التربة مدعماً باستخدام GIS . وضح الباحثون أهمية بناء قواعد معلومات استخدامات الأراضي في تقييم انجراف التربة العائد لتنوع أنماط استعمالات الأراضي تبعاً لنوع الحماية للتربة والمياه المستخدمة.

وفي دراسة (Thapa, et, al., 2005) بعنوان اثر الحمولة العالقة على المنشات الاقتصادية المقامة على نهر هيمالايان في نيبال، فقد بينت الدراسة أن انجراف سطح الأرض نتيجة للتأثيرات المناخية والأنشطة البشرية تعتبر من العوامل الرئيسية التي تعمل على زيادة الحمولة الرسوبية للنهر، وقد توصلت الدراسة إلى أن زيادة كثافة الرواسب قد أثرت سلبا في المولدات الكهربائية المقامة على النهر وفي الحياة النباتية، كما توصلت الدراسة إلى أن معدل الانجراف المائي وقدرته على نقل الرواسب يعتمدان على مورفولوجية السطح وانحدار مجراه وتكويناته الصخرية ومساحة الحوض المائي وخصائص الجزيئات المنجرفة من حيث الحجم والشكل والصلابة.

يتضح أن الدراسات السابقة والتي تناولت المسائل المرتبطة بتقييم الإخطار البيئية وإدارة الأراضي وقد ركزت على الإخطار الطبيعية و الأخطار البشرية ، أن أهم ما يميز هذه الدراسة عن الدراسات السابقة هو دراسة حوض وادي بن حماد من

حيث ب بناء قاعدة بيانات بيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS ووسائل الاستشعار عن بعد، التي يمكن استخدامها في رسم خرائط لجميع مراحل الدراسة والخروج بخريطة نهائية تخص انجراف التربة وتحديد كمية الناتج الرسوبي في حوض وادي بن حماد، وهذا ما دعانا إلى استخدام الدراسة الميدانية وبعض الأدوات والبرمجيات اللازمة مثل الصور الجوية والمرئيات الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية والبرامج الإحصائية وبعض النماذج التي تخص طبيعة المتغيرات الداخلة في الدراسة، واقتراح نموذج لإدارة الأراضي داخل الحوض .

الفصل الثالث

المنهجية والتصميم

1.3 منهجية الدراسة :

تم في هذه الدراسة الاعتماد على الخرائط الطبوغرافية ونشـــرات وتقـــارير الدوائر المعنية بالإضافة إلى العمل الميداني المكثف والتحليل المخبري واســـتخدام أنظمة المعلومات الجغرافية والمرئيات الفضائية .

ولتحقيق أهداف الدراسة تم عمل ما يلي :

أولا": مرحلة جمع البيانات والمعلومات لمنطقة الدراسة وشملت :

أ. جمع ومراجعة الدراسات السابقة على مستوى محلي وعربي وعالمي .

ب. الاستفادة من المعلومات والبيانات والتقارير والخرائط والنشرات الصادرة عن الهيئات الرسمية والحكومية والخاصة وتشمل :

1 – المعلومات المناخية : الأمطار ودرجات الحرارة لمحطة الربة من مديرية الأرصاد الجوية .

2 – بيانات التصريف المائي للحوض من وزارة المياه والري .

3 - الخرائط الطبوغرافية بمقياس 50000 :1 لعام 1993 لوحة الكرك صادرة من المركز الجغرافي الملكي .

4 – خرائط التربة الصادرة عن وزارة الزراعة – المشروع الوطني لخارطة التربة

واستعمالات الأراضي بمقياس 250000 :1 سنة (1994).

5 - الخرائط الجيولوجية بمقياس 50000 :1 الصادرة عن سلطة المصادر الطبيعية لوحة الكرك ولوحة الربة .

6 - الصور الجوية وتم الحصول عليها من المركز الجغرافي الملكي الأردني بمقاييس30000 :1 و 6000 :1 . والمرئيات الفضائية المتاحة .

ثانيا" : مرحلة تحليل وتبويب البيانات والمعلومات من الخرائط ومن نتائج تفسير الصور الجوية والفضائية .

تم في هذه المرحلة معالجة وجدولة وتبويب جميع البيانات والمعلومات المتعلقة بمنطقة الدراسة من أجل بناء قاعدة بيانات جغرافية متكاملة تشمل الخصائص الطبيعية والبشرية لمنطقة الدراسة قابلة للتحديث والدمج والتعديل، تتميز بالدقة العالية واتساق البيانات والمعلومات والمرونة في تنفيذ مختلف عمليات التحليل المكاني. وذلك من خلال المراحل التالية:

أ- مرحلة تحويل البيانات والمعلومات من الهيئة الورقية Hard Copy إلى الهيئة الرقمية الراسترية Digital Raster Data، حيث تم في هذه المرحلة سحب الخرائط الطبوغرافية ضوئياً باستخدام الماسح الضوئي Scanner ضمن قدرة تميزية 300 نقطة/ إنش وحفظها رقمياً بهيئة صورة بامتداد Tiff، ومن ثم تم إجراء المعالجة الخاصة بالتشوهات والعيوب والتدوير باستخدام برنامج Adobe Photoshop CS .

ب- مرحلة التعريف الإحداثي و التصحيح الهندسي Geometric Correction : تم في هذه المرحلة إجراء التصحيح الهندسي للصور والمرئيات الفضائية بما يتوافق مع الثوابت المعيارية العالمية للتصحيح الهندسي ضمن خطأ متوسط الجذر التربيعي (Root Mean Square Error (RMSE أقل من نصف بكسل. وفي هذه المرحلة تم توحيد وتحويل النظام الإحداثي لجميع البيانات الجغرافية المستخدمة في الدراسة إلى نظام ميركاتور المستعرض العالمي نطاق 36 Universal Transverse Mercator (UTM 36) وذلك لتسهيل تطابق ودمج البيانات والمعلومات في قاعدة البيانات الجغرافية لمنطقة الدراسة ولكونه من أكثر أنظمة الإحداثيات شيوعاً وذلك باستخدام برنامج Arc GIS $_{10}$. كما وتم في هذه المرحلة إجراء التصحيح الهندسي للمرئيات الفضائية المستخدمة في هذه الدراسة وبنفس النمط باستخدام برنامج ENVI 4.7 .

ج- مرحلة الترقيم Digitizing : تم في هذه المرحلة إنجاز عملية الترقيم للظاهرات النقطية والخطية والمساحية المتنوعة للخرائط الطبوغرافية ، وذلك باستخدام طريقة التوقيع على الشاشة Screen Digitizing On، ومن ثم تم حفظها ضمن طبقات كملفات شكلية Shape Files باستخدام برنامج Arc GIS_{10} . وهذا يمثل تجهيزاً لبيانات الفكتور Vector Data ضمن مراحل بناء قاعدة البيانات الجغرافية الخاصة بمنطقة الدراسة .

د- مرحلة إدخال البيانات الوصفية Attribute Data : تم في هذه المرحلة إدخال جميع البيانات والمعلومات الوصفية الكمية والنوعية وربطها بالطبقات والبيانات الجغرافية التي تم ترقيمها سابقاً. وقد شملت هذه المرحلة إعداد نموذج الإرتفاع الرقمي (Digital Elevation Model (DEM لإظهار البعد الثالث لمنطقة الدراسة بالإعتماد على خطوط الإرتفاعات المتساوية (الكنتور) التي تم ترقيمها من الخرائط الطبوغرافية، وكذلك تم الإعتماد على هذا النموذج في إشتقاق خارطتي درجات الإنحدار Slope Degree واتجاهات الإنحدار Slope Aspect لمنطقة الدراسة باستخدام برنامج Arc GIS_{10}.

ثالثاً : مرحلة تحسين المرئيات الفضائية وتفسيرها :

تم في هذه المرحلة إجراء عمليات تحسين للمرئيات Image Enhancement الفضائية المستخدمة في الدراسة بهدف تسهيل عملية تفسيرها باستخدام التحليل البصري باستخدام برنامج ENVI 4.7، بالإضافة إلى استخدام الصور الجوية المتاحة عبر الشبكة العنكبوتية من خلال رابط برنامج Google Earth لعام 2007، وذلك كخطوة أولية لتحديد أصناف استعمالات الأراضي في منطقة الدراسة من خلال إعداد خارطة أساس لمنطقة الدراسة بمقياس 1: 100000 تمهيداً للقيام بالمسح الميداني .

رابعاً : مرحلة العمل الميداني Field Work :

وشملت أخذ عينات للتربة والغطاء النباتي في مناطق متعددة من الحـــوض، والتحقق من الصور الجوية والفضائية بناءا على الرصـــد الميـــداني للمتغيـــرات المورفولوجية والجيومورفولوجية والمورفومتريـــة والجيولوجيـــة والهيدرولوجيـــة

والمناخية والنبات الطبيعي وأصناف التربة والتأكد من مؤشرات انجـراف التربـة واختيار أسلوب القياسات المورفومترية . وقد أنجز خلال هذه المرحلة :

أ- التصوير الفوتوغرافي للغطاء النباتي والمزروعات البعليه والمروية ومنـاطق انجراف التربة .

ب- أخذ عينات من التربة من مناطق مختلفة من الحوض وتحليلها لتحديد قابليتها للانجراف، ومدى تلوثها .

ج – قياس معدل التصريف المائي داخل الحوض .

د- قياس سماكة التربة في مواقع مختارة .

هـ- قياس الخصائص الهيدرولوجية للمجرى المائي (العرض، العمق، سـرعة الجريان) لتحديد التصريف المائي .

خامساً: مرحلة تحليل المرئيات وإجراء التصنيف :

تم في هذه المرحلة تصنيف أنماط استعمالات الأرض في منطقة الدراسة تبعاً لنظام مصلحة المساحة الجيولوجية في الولايات المتحدة الأمريكية لتصنيف أنماط استعمالات الأرض والغطاء الأرضي USGS, Land Use / Land Cover Classification System . حيث تم إجراء التصنيف الموجه Supervised Classification للمرئيات الفضائية بالإعتماد على نقاط التدريب التي تم مسحها ميدانياً باستخدام برنامج ENVI 4.7 واستخراج التغير في أنماط استعمالات الأرض في منطقة الدراسة .

سادسا" : مرحلة بناء قاعدة بيانات :

تم استخدام برمجيات أنظمة المعلومـات الجغرافيـة (GIS) والمصـورات الفضائية (ENVI) للربط بين الخرائط والبيانات الوصفية الأخرى لبنـاء قاعـدة بيانات وتحليل المعطيات الحوضية وإنتاج الخرائط المطلوبة في الدراسة وسـهولة تحديث بياناتها وإجراء التعديلات عليها (عودة ،2005 ،ص70).

2.3 **استخدام المعادلة العالمية وتعديلاتها** RUSLE :

تحدد المعادلة العالمية إنجراف التربة لبيان الناتج الرسوبي وتحديد البيئات ذات الإنتاج الرسوبي العالي لبيان المناطق الخطرة ذات الناتج الرسوبي العالي (Li et,al.2004;Renard,et al 1997) ، وهي تتكون من العوامل التالية : ومن أهمها المناخ وتتمثل بشكل رئيس بالأمطار وشدتها وكمياتها، التربة وبنائيتها ونفاذيتها ، الطبوغرافيا (طول وشدة المنحدر) ، أعمال المحافظة على التربة واستعمالات الأراضي والغطاء النباتي . وقد جمعت هذه المحددات ضمن نموذج تجريبي يأخذ شكل العلاقات الرياضية التالية (Renand, et al 1997) :

$$A=RKLSCP$$

1. A: المعدل السنوي لفقدان التربة (طن /هكتار / سنه)
2. R: Rain fall Erosivity عامل تعرية المطر
3. k: Soil Erodibility عامل قابلية التربة للتعرية
4. L.S: عامل الطوبوغرافيا (شدة وطول المنحدر) Topography
5. C: Cover- عامل الغطاء النباتي والإدارة البيئية Management
6. P: Supporting عامل الإجراءات المحددة من التعرية practices

ثم بعد ذلك يتم إنتاج الخرائط الموضوعية ووصف درجات انجراف التربة وتحديد الناتج الرسوبي لحوض وادي بن حماد .

الفصل الرابع
عرض النتائج ومناقشتها والتوصيات

1.4 انجراف التربة :

تختلف طرق قياس معدلات الانجراف حسب نوعية عمليات الانجراف نفسها وكذلك الوسط الذي تتم فيه سواء الوسط الصخري أو المائي أو الجليدي أو التربة ، وكذلك عوامل الانجراف فيما إذا كانت رياح أم مياه جارية ... الخ .

يختلف الانجراف (Erosion) عن القابلية للانجراف (Erodibility) حيث تشير الثانية إلى احتمال حدوث الانجراف تبعا لمعطيات بيئية محددة ، بينما يعرف انجراف التربة بأنه عملية الإزالة الجزئية أو الكلية للمواد المفككة التي تتكون منها التربة سواء أكان ذلك بواسطة الماء أو الرياح أو الإنسان أو بها مجتمعة، ولكنه يحدث بشكل رئيسي عن طريق تدفق الماء بسرعة وبكميات كبيرة على سطح الأرض بالجريان السطحي (Morgan,1996) (Lie, et al 2004).

وبينما تشتمل ميكانيكية الإنجراف على حت جزيئات التربة ونقلها وترسيبها، ويتم الحت بواسطة طاقة الرياح أو الأمطار المتوفرة، وبذلك فأن جملة العملية تقوم على مدى توفر المادة والطاقة ونتيجة لهذه العملية تفقد التربة الطبقة السطحية المفتتة والمكونة من تحلل المواد الصخرية وبقايا المواد العضوية المتحللة بفعل البكتيريا والتي قد يستغرق تكوينها ألاف السنين .

وبذلك يتضح أن المحافظة على طبقة التربة أمر أساسي لاستمرار التنمية الزراعية كما هو الحال في حوض وادي بن حماد. وتكمن الآثار السلبية لانجراف التربة في انخفاض خصوبة التربة نتيجة عمليات الغسل المتكررة وزيادة ملوحتها وانخفاض إنتاجيتها وزيادة مساحة الأراضي الجرداء غير المستغلة ، ويقدر بعض الباحثين أن الاردن يفقد سنويا من تربته السطحية حوالي (1.04-1.328) مليون طن لكل سنه وهذا يعني انجراف نحو (14cm) من التربة السطحية كل مئة عام (Farhan,1985) .

وتتأثر أراضي الحوض بالانجراف السطحي الغطائي حيث الأراضي المستوية، وغير المستوية وبالانجراف بفعل المسيلات ويحدث ذلك عندما يتحول الجريان الغطائي إلى جريان قنوي خفيف جدا يظهر بالقرب من الأودية مبتدئة التعمق في المناطق التي يزيد فيها الانحدار عن (8%) (Morgan,1996). ثم ما يلبث أن يتحول إلى نمط الانجراف بفعل الجدولة في المناطق ذات نسبة الانحدار العالية، أما باقي أراضي الحوض فأنها تتأثر بالتعرية القنوية ضمن السفوح والقنوات والأودية الرئيسية في الحوض، ويشتمل هذا النوع على عمليات الحت الرأسي عن طريق نخر الرواسب بقاع الوادي رأسيا وخصوصا الأجزاء الغربية ذات الانحدار العالي و إلى الحت الجانبي ضمن مناطق الأكواع النهرية.

ولتحديد كمية الرسوبيات بفعل الانجراف فقد استخدم نموذج معادلة تقدير فقدان التربة العالمي (RUSLE) Revised Universal Soil Loss Equation وذلك لصعوبة قياس معدلات الانجراف ميدانيا لكبر مساحة أراضي الحوض إذ تم تعديل بعض المتغيرات على المعادلة العالمية بهدف زيادة قابليتها التطبيقية في البيئات المناخية الجافة وشبه الجافة وقد طبقت تلك المعادلة على العديد من دول العالم ومن مختلف البيئات والمناخات (Fabbri,2001) (Morgan, 1996).

2.4 **تقدير كمية التربة المفقودة من خلال المعادلة العالمية** (RUSLE):

تعتمد المعادلة العالمية على عدة عوامل طبيعية وبشرية وتشمل هذه العوامل المناخ وتتمثل بشكل رئيس بالأمطار وشدتها وكمياتها، التربة وبنائيتها ونفاذيتها ، الطبوغرافيا (طول وشدة المنحدر) ، أعمال المحافظة على التربة واستعمالات الأراضي والغطاء النباتي . وقد جمعت هذه المحددات ضمن نموذج تجريبي يأخذ شكل العلاقات الرياضية التالية (Renand, et al 1997) :

A=RKLSCP

1. A: المعدل السنوي لفقدان التربة (طن /هكتار / سنه)
2. R: Rain fall Erosivity عامل تعرية المطر
3. k: Soil Erodibility عامل قابلية التربة للتعرية
4. L.S: عامل الطوبوغرافيا (شدة وطول المنحدر) Topography
5. C: Land Cover-Management عامل الغطاء النباتي
6. P: Supporting practices عامل الإجراءات المحددة من التعرية

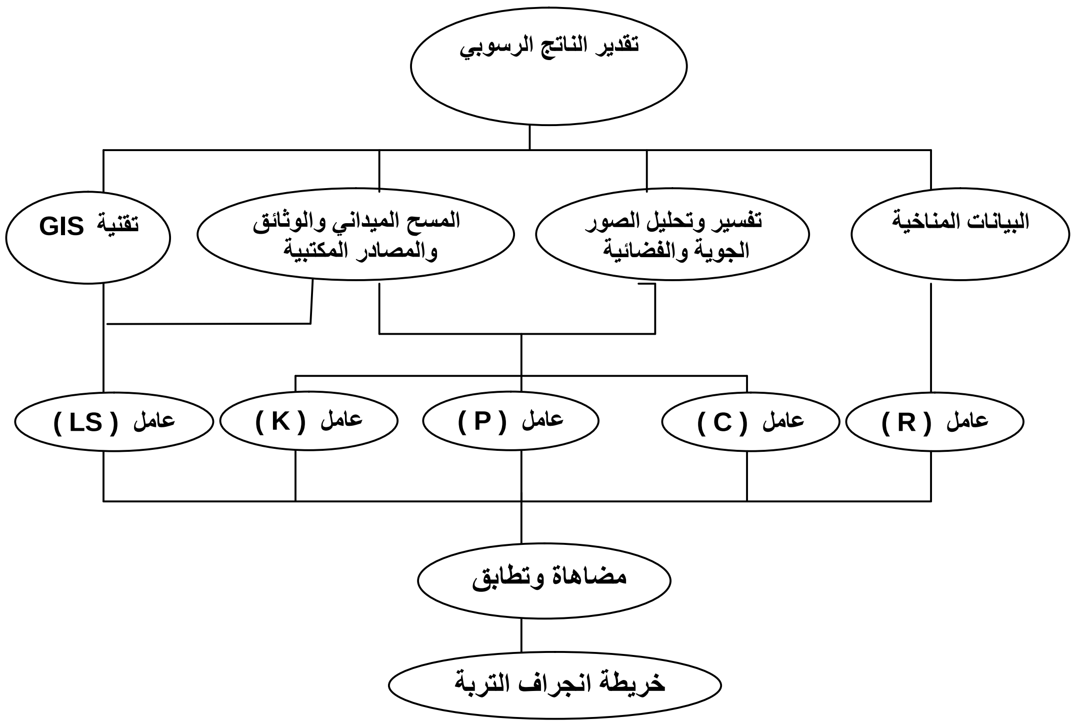
ويمكن حساب قيم متغيرات المعادلة العالمية RUSLE من خلال معادلات فرعية ، وتعود أهمية هذه المعادلة إلى أنها تبرز الدور الرئيسي للأمطار في انجراف التربة بينما تحدد دور المتغيرات البشرية والطبيعية ومدى فاعليتها في الحد من انجراف التربة، ومن اجل حساب معدل فقدان التربة السنوي لحوض وادي بن حماد فقد تم تقدير هذه المحددات وتحليلها على شكل طبقات من المعلومات باستخدام برنامج Arc GIS نظرا لما يتطلبه النموذج من حجم بيانات كبير، وذلك لضمان الحصول على نتائج واقعية ولتقليل الأخطاء الإحصائية قدر الإمكان إذ ثبتت فاعليته في الكثير من الدراسات .

حيث تجمع كافة البيانات المتعلقة بمتغيرات المعادلة، بالاعتماد على البيانات المطرية داخل الحوض وبيانات التربة وخريطة استعمالات الأراضي المشتقة من الصور الجوية والفضائية والدراسة الميدانية بالإضافة للخصائص العامة للوحدات الأرضية التي تم التعرف عليها في الحوض وجميع هذه البيانات تم توفيرها بشكل رقمي (Digital) بدلا" من الشكل الورقي.

ويوضح الشكل (30) مخططا توضيحيا" يبين الطبقات المستخدمة وكيفية الوصول فرضياً إلى تقدير المعدل السنوي للناتج الرسوبي بواسطة معادلة RUSLE ومضاهاة بين الطبقات ثم الحصول على خارطة انجراف التربة و

الوصول إلى نتائج باستخدام برمجية ARC- GIS ضمن سياق يحدده دمج للطبقات بناء على القدرة التمييزية Resolution المحددة .

ويمكن توضيح هذه الطبقات كما يلي :



شكل (30) : مخطط توضيحي يبين كيفية اشتقاق خريطة ناتج التربة الرسوبي

1.2.4 **عامل تعرية المطر** Rainfall Erosivity Factor

يعد عامل تعرية المطر العامل المناخي الذي يشكل مدخلا رئيسيا في عملية انجراف التربة . وقد تم حساب هذا العامل بالاعتماد على مؤشر روز Roose Index والذي يتلاءم مع البيئات الجافة وشبه الجافة كما في حوض وادي بن حماد. ويستخرج من خلال العلاقة التالية (Fabbri, 1991).

$$R\text{- Roose} = (p^{\wedge}x0.5)^{1.73}$$

مؤشر روز R-Roose

معدل الأمطار السنوية $P^{\wedge}$

بالاعتماد على البيانات المطرية لمحطة قياس الأمطار في الحوض (الربة) وباستخدام طريقة حساب كمية المطر مع الارتفاع من خلال المعادلة التالية:

$$\text{كمية المطر} = 275*EXP(((H/\ 930)^{0.3}-1))+40$$

ثم تم حساب المعدل المطري المساحي $P^{\wedge}$ ثم حساب (R factor) .

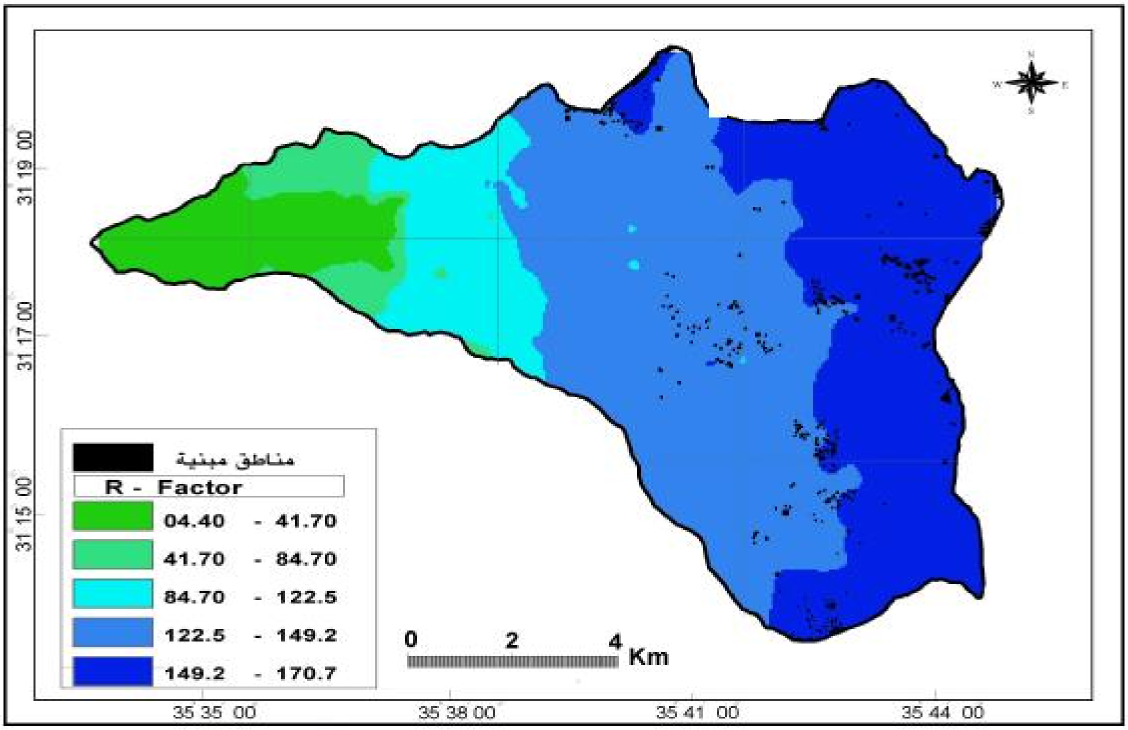
جدول (20)

المطر المساحي حسب خطوط تساوي المطر

كمية المطر	المساحة كم^2	نسبة المساحة %	$P^{\wedge}$ ملم/سنه
75	5.570	%4.09	3.06
100	3.390	%2.49	2.49
125	4.381	%3.21	4.01
150	22.302	%16.38	24.57
175	9.288	%6.82	11.93
200	15.278	%11.22	22.44
225	19.500	%14.32	32.22
250	25.850	%18.98	47.45
275	12.304	%9.78	26.69
300	7.520	%5.52	16.56
325	9.800	%7.19	23.36

المصدر : عمل الباحث

وقد تم اشتقاق خارطة عامل تعرية المطر كما في الشكل (31) .



شكل (31) عامل الانجراف بفعل الأمطار في حوض وادي بن حماد

المصدر : عمل الباحث

ويلاحظ من الشكل (31) أن قيمة R ترتفع في الجهات الشرقية من الحوض، لارتفاع معدلات الأمطار الهاطلة عليها مقارنة ببقية مناطق الحوض، بينما تنخفض قيمة R بالاتجاه غرباً نظرا لقلة سقوط الأمطار في تلك الأجزاء .

2.2.4 **عامل قابلية التربة للتعرية** Soil Erodibility Factor

يعتمد عامل قابلية التربة للتعرية K Factor علـــى الخصـــائص الفيزيائيـــة للتربة، والتي تتضمن نفاذية التربـــة Soil Permeability وبنـــاء التربـــة Soil Structure وبالاعتماد على النسبة المئوية للطين Clay الغرين Silt والرمل الناعم جدا Very Fine Sand والمادة العضوية Organic Matter تـــم احتســـاب هـــذا العامل من العلاقة التالية :

$$K= ((2.1xm^{1.14}x10^{-4}x(12-a)+(3.25x(b-2)+2.5x(c-3))/100$$

K: عامل قابلية التربة للانجراف

m: (نسبة الطين _100)x(نسبت الغرين + نسبة الرمل الناعم جدا)

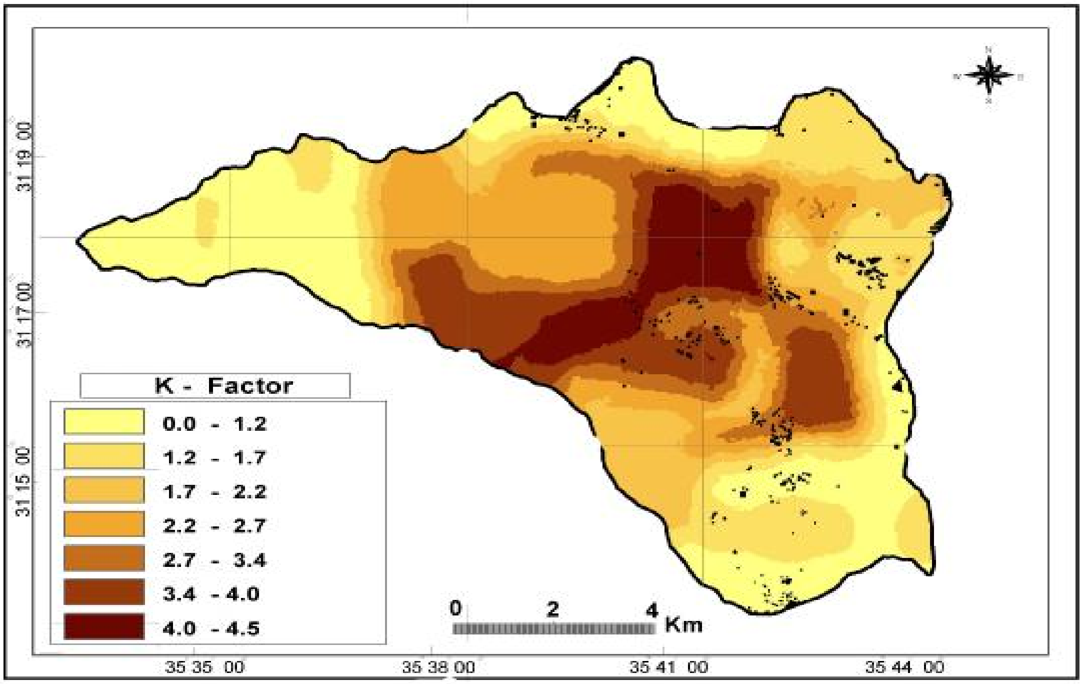
a: نسبة المادة العضوية في التربة

b: رمز بنائية التربة ويأخذ من (1-4)

c: رمز نفاذية التربة ويأخذ من (1-6)

وبالاعتماد على قاعدة البيانات الرقمية (Digital data base) المخزنة ضمن برنامج ($Arc\ view_{3,1}$) والتي تحتوي المعلومات الضرورية لحساب العامل بناء على أصناف التربة المدروسة، وبالاعتماد على بيانات المشروع الوطني لمسح التربة واستعمالات الأراضي (1994)، بالإضافة إلى بيانات المسح الميداني، اشتقت خارطة عامل قابلية التربة على الانجراف (K) كما يوضح الشكل (32). حيث يلاحظ أن الأجزاء الجنوبية ووسط الحوض ذات قابلية عالية للانجراف نظراً لطبيعة بناء التربة وشدة انحدارها ، بينما ينخفض العامل في الأجزاء الغربية من الحوض نظرا لارتفاع نسبة الطين وانخفاض نفاذية التربة بها .

وهنا يتضح وجود علاقة بين قوام التربة ومساميتها ونفاذيتها، اذ يرتبط قوام التربة بحجم حبيباتها، فهناك القوام الناعم مثل الغرين والطين وهناك القوام الخشن كالرمل والحصى، وبناءا علية يحدد قوام التربة درجة مسامية ونفاذية الترب المسئولة عن تسرب الماء فيها. فالترب الطينية ناعمة القوام تكون مرتفعة المسامية ومنخفضة النفاذية، بينما الترب الرملية قليلة المسامية وعالية النفاذية، حيث أن الترب في حجم الطين والغرين تتطلب قوة كي تنجرف بسبب ارتفاع مساميتها واحتفاظها بنسبة عالية من الرطوبة التي تعمل على تماسكها، كما أن المادة العضوية تعمل على تماسك التربة وتقلل من إمكانية انجرافها، وتعتبر المادة العضوية متدنية جدا إذا كانت اقل من 1% بينما تعتبر عالية جدا إذا كانت أكثر من 6% حسب تصنيف (FAO,1988) .



شكل (32) عامل قابلية التربة على الانجراف (K)

المصدر : عمل الباحث

3.2.4 **عامل الطوبوغرافيا** : Topography Factor

يعتمد عامل الطوبوغرافيا LS-Factor على متغير طول المنحدر ومتغير شدة الانحدار بناءاً على نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model المستخرج للحوض من قيم خطوط الكنتور وشكل (32) الذي يبين اتجاه المنحدرات Aspect في الحوض وشكل (33) الذي يبين توزيع درجات الانحدار في الحوض، وتم حساب قيمة هذا العامل بالاستعانة بمعادلة رينوس التجريبية (Rinos , etal , 2000) وهي:

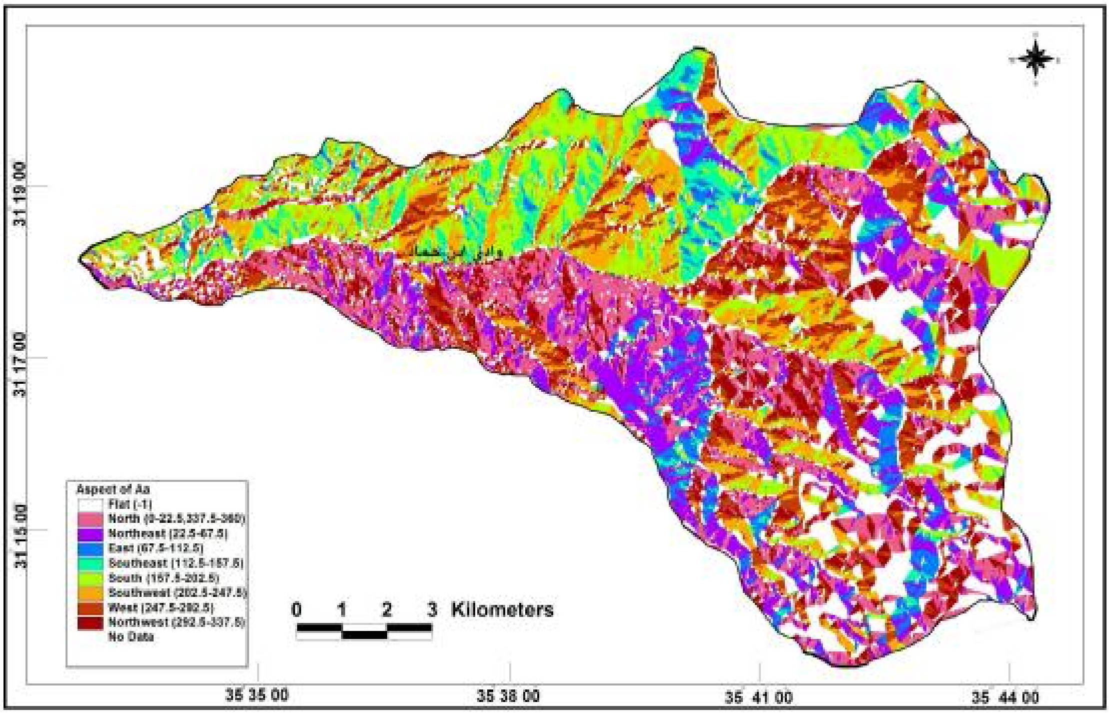
$$LS= (L/72.6) \times (65.41 \times \sin (s) + 4.56 \times \sin(s)+0.065).$$

في حالة أن $S < 21\ \%$

$$LS= (L/22.1) \times 0.7 (6.432 \times \sin(s) \times 0.79 \times \cos (s)) .$$

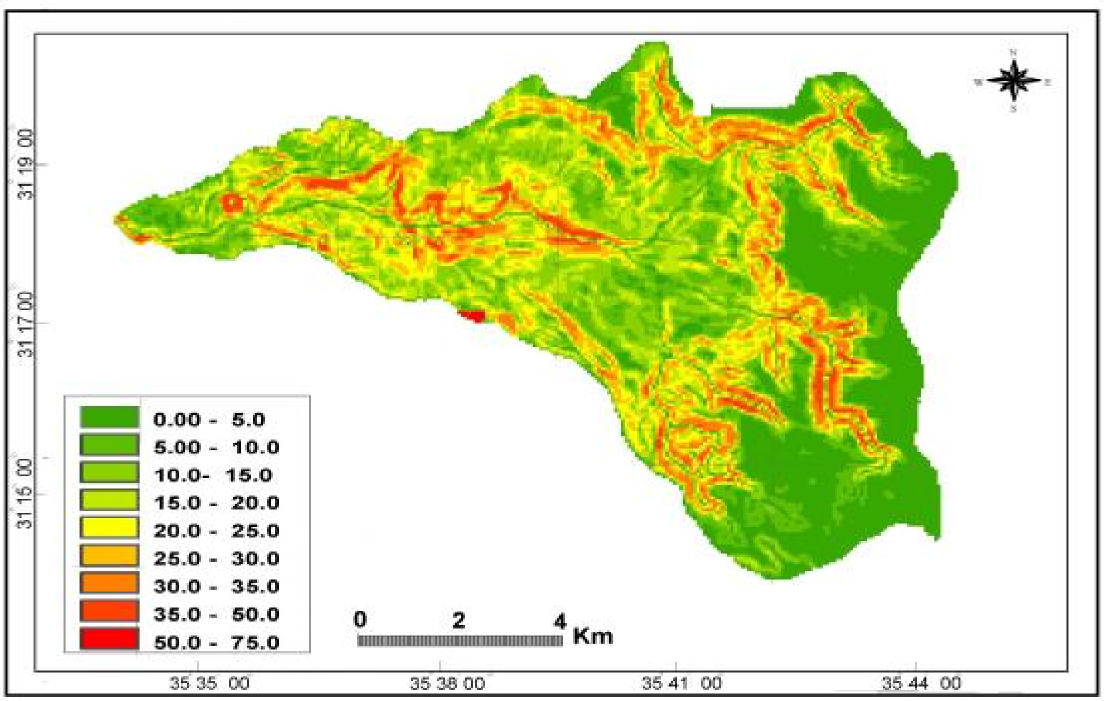
في حالة أن $S \geq 21\ \%$

حيث أن : طول المنحدر / متر : L عامل الطوبوغرافيا :LS الانحدار %: S



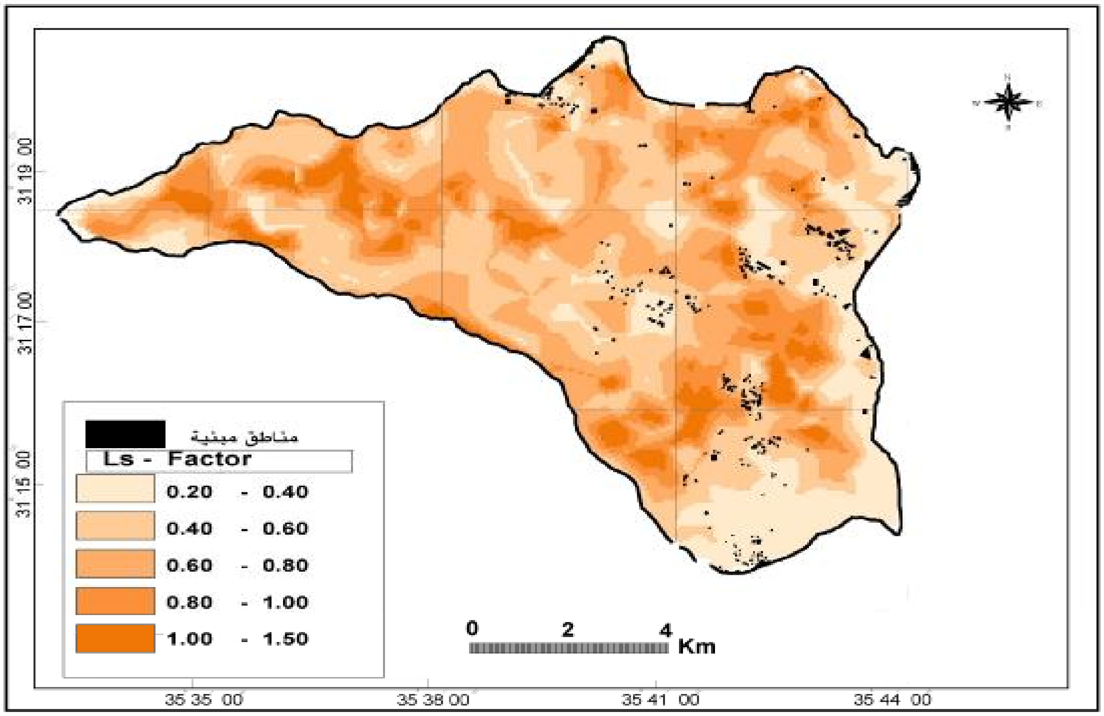
شكل (33) اتجاه الانحدار في حوض وادي بن حماد

المصدر : عمل الباحث



شكل (34) درجات الانحدار في حوض وادي بن حماد

المصدر : عمل الباحث



شكل (35) عامل الطبوغرافيا في انجراف التربة (LS)

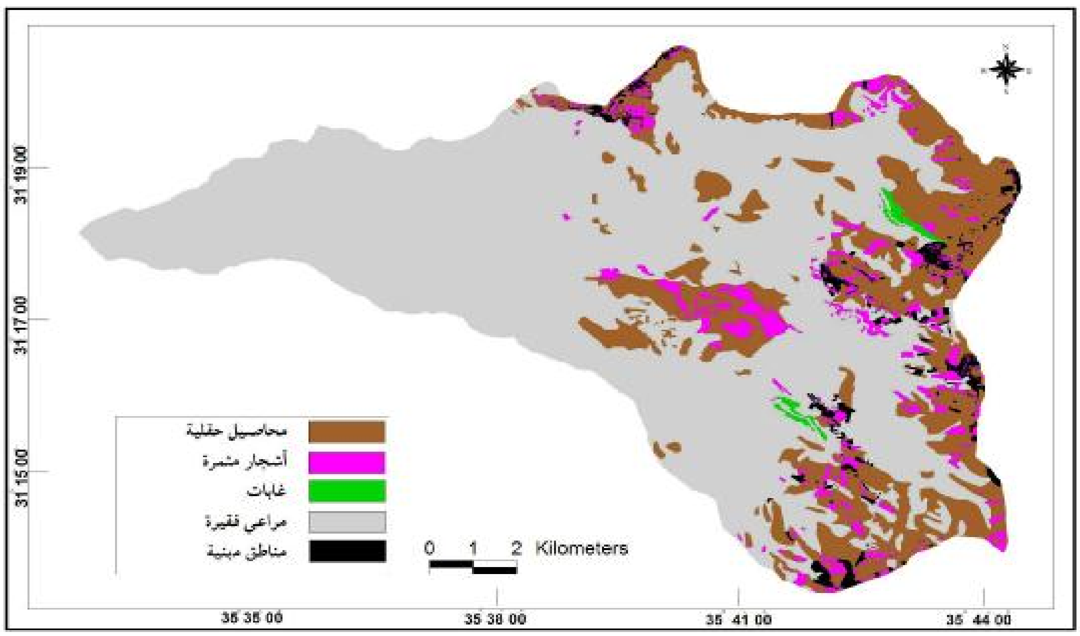
المصدر : عمل الباحث

يوضح الشكل(35) توزيع عامل الطبوغرافيا على أراضي الحوض حيث يلاحظ ارتفاع قيمة العامل LS في الجهات الغربية وفي وسط الحوض بسبب وجود المنحدرات الطويلة ذات نسب الانحدار المرتفعة فيها، كما أن اتجاه المنحدرات شمالي غربي في مواجهة الرياح الغربية شتاءاً، وتنخفض قيمة العامل في الجهات الجنوبية الشرقية لانخفاض الانحدار حيث تميل أسطحها إلى الاستواء .

4.2.4 عامل الغطاء النباتي والإدارة البيئية Cover Management Factor

تم تقدير عامل C Factor بناءا علـــى ظـــروف الغطـــاء النبـــاتي وكثافـــة المزروعات بالإضافة إلى العمليات الزراعية الممارسة، كالتسميد والرعي والحراثة وأسلوب الزراعة وديمومة المحصول والطرق المتبعة في التخلص مـــن الأعشـــاب الضارة ونوع وبقايا النباتات المتروكة على سطح التربة وكميتها.

لذا تم بناء خارطة استعمالات الأراضي في حوض وادي بن حمـــاد شـــكل (36) والمشتقة من تحليل الصـــور الجويـــة مقيـــاس 1: 25000 لعـــام 2000 والمرئية الفضائية للقمر LANDSAT والمسح الميداني بهدف تقدير هذا العامل.

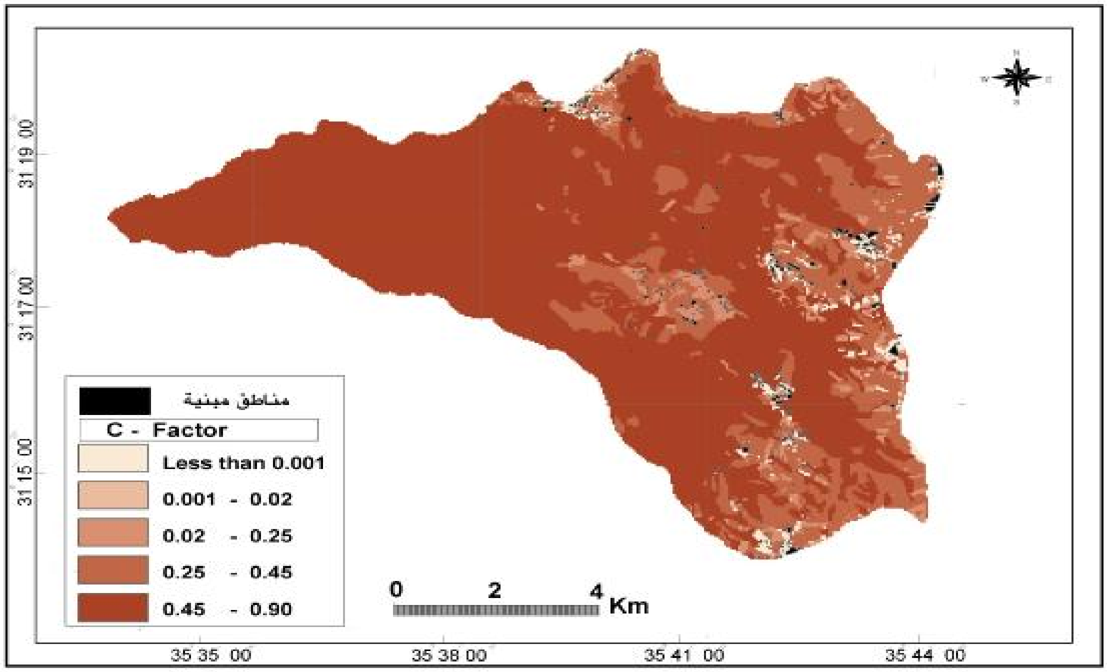


شكل (36) أنماط استعمالات الأراضي في حوض وادي بن حماد

المصدر : عمل الباحث

علما بأن الانجراف ينخفض إلى الثلث في حالة كانت قيمة العامل (0.33) مما يعني وفرة العمليات الزراعية واستمراريتها وترتفع قيمة هذا العامل في الحالة التي تكون فيها الأرض دون مزروعات. أي كلما قل العامل (C) ينخفض أثـــره علـــى انجراف التربة . شكل (37) الذي يبين أن المناطق الغربية والغربية الشمالية يرتفع فيها العامل (C) نتيجة لقلة الغطاء النباتي، بالمقارنة مع بعض الأجزاء التي تنخفض

فيها قيم عامل (C)، كما في الأجزاء الشرقية والجنوبية الشـــرقية نظــرا لطبيعــة الاستغلال الزراعي وتنوع الأنشطة الزراعية وكثافة الغطاء النباتي ووجود السكان.



شكل (37) عامل الغطاء الأرضي في انجراف التربة في حوض وادي بن حماد

المصدر : عمل الباحث

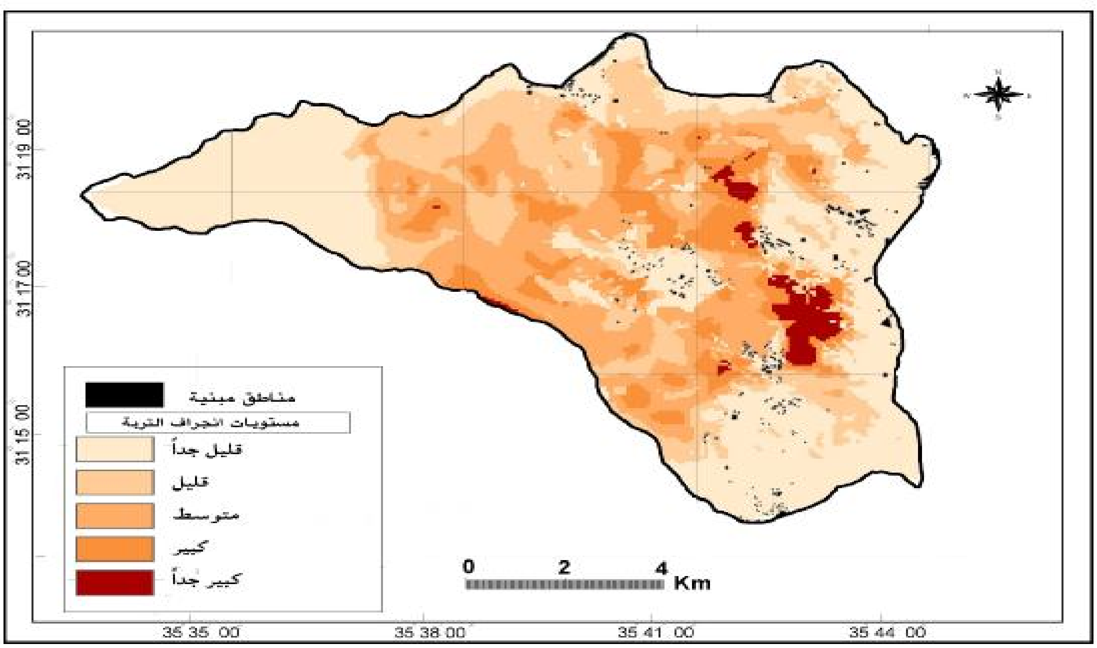
5.2.4 عامل الإجراءات المحدة من الانجراف Practice Management Factor

يعتمد عامل الإجراءات المحدة من الانجراف P Factor على نوع الصـــيانة وكميتها إذ أن لإجراءات الصيانة دورا هاما في الحد من انجراف التربة، كالزراعة الكنتورية والمدرجات الزراعية والزراعة الشريطية ونوعيـــة المراعـــي وكثافتهـــا والغابات، كما أن اكبر حماية للأراضي من الانجراف المـــائي يمكـــن أن توفرهـــا الغابات وأعشاب النجيل التي تغطي الأرض. حيث تتراوح قيمة هذا العامــل بـــين (صفر – 1) على النحو التالي ($O<P\leq1$) إذ تنخفض قيمتـــه فـــي حالـــة تـــوافر إجراءات الصيانة، فمثلا في حالة الزراعة الكنتورية ينخفض الانجراف إلى الثلـــث بينما يرتفع ليصل أعلى قيمة له (1) في حالة خلو الأرض من أية إجراءات للحـــد من انجراف التربة .

ويتضح لنا ارتفاع قيمة هذا العامل في معظم أراضي الحوض نظـرا لعـدم وجود إجراءات لصيانة التربة من الانجراف إضافة إلـى غيـاب الإدارة السـليمة والتخطيط المدروس لضمان فاعلية الأساليب المستخدمة في الحفاظ علـى التربـة خصوصا فيما يتعلق بالزراعة البعلية كزراعة المحاصيل الحقلية والأشجار المثمرة، فقد تم اعتبار قيمة العامل قريبة من (1) .

3.4 تقدير انجراف التربة باستخدام نموذج (RUSLE) :

تم اشتقاق خارطة انجراف التربة في حوض وادي بن حماد كما في الشكل (37) وذلك باستخدام برنامج Arc GIS map_{10} بالاعتماد على مجموعة طبقات العوامل الخمسة السابقة بعد عمل مطابقة Overlying وتحويل جميع الطبقات من الشكل Vector إلى شكل Raster وذلك لإمكانية حساب Pixels بناء على القدرة التمييزية لمختلف الطبقات وبناءً علية تم تقدير معدل الانجراف السنوي في التربة (طن/هكتار/سنة) وقد تم تصنيفها إلى خمسة أنماط، ويوضح جدول (21) وشكل (38) و (39) تلك الأنماط.



شكل (38)

أنماط انجراف التربة في الحوض اعتمادا على نموذج RUSLE

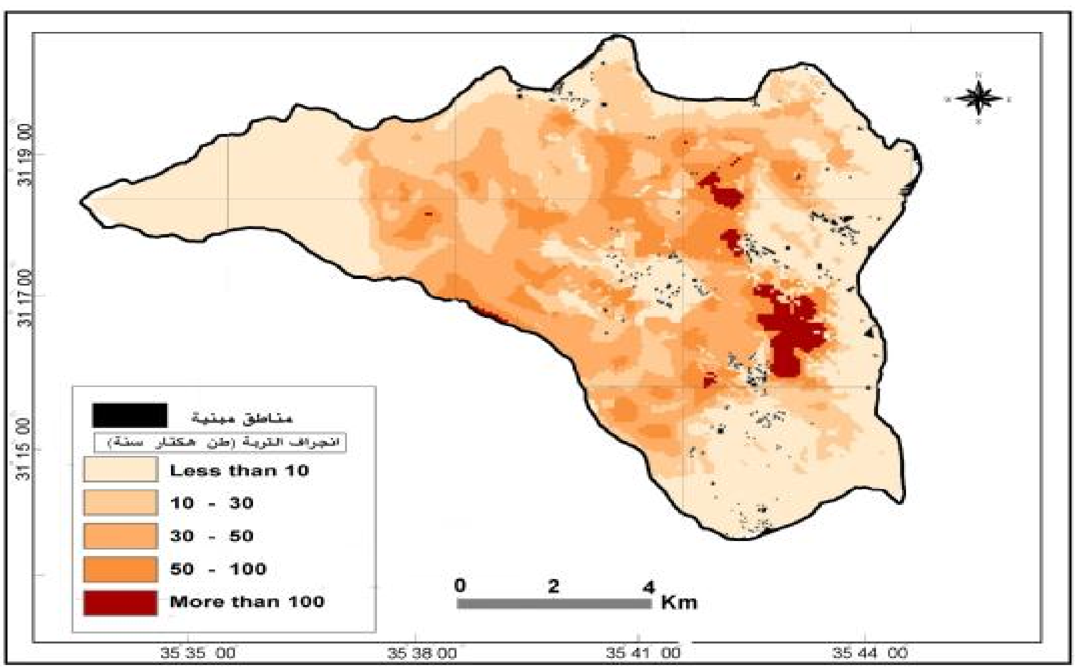
المصدر : عمل الباحث

جدول(21)

أنماط انجراف التربة في الحوض اعتمادا على نموذج RUSLE

الصنف	المعدل السنوي لفقدان التربة (طن/هكتار/سنة)	المساحة(كم^2)	المساحة%
قليل جداً	أقل من 10	56.128	%41.23
قليل	10 – 30	31.497	%23.13
متوسط	30 – 50	31.168	%22.90
كبير	50 – 100	13.948	%10.24
كبير جداً	أكبر من 100	3.387	%2.50

المصدر : عمل الباحث



شكل (39)

معدل انجراف التربة في الحوض اعتمادا على نموذج RUSLE

المصدر : عمل الباحث

ويلاحظ من شكل (39) الذي يبين أصناف التربة في الحوض ،أن معظم الأجزاء الوسطى الشمالية والجنوبية من الحوض ترتفع فيها نسبة انجراف التربة نتيجة مجموعة من العوامل السابقة ومنها: ارتفاع نسبة الانحدار وطبيعة التربة، واستعمالات الأراضي، وقلة الغطاء النباتي. بينما ينخفض معدل الانجراف في التربة إلى أقل من (10 طن/هكتار/سنة) في الأجزاء الشرقية من الحوض نظراً لطبيعة الاستغلال الزراعي وانخفاض نسب الانحدار وذلك بالرغم من ارتفاع معدلات الأمطار فيها ولكن نتيجة انخفاض عامل (k) قابلية التربة على الانجراف بسبب طبيعة التربة ونفاذيتها وأيضا بسبب استعمالات الأراضي في تلك المناطق وخاصةً راكين والربة وبتير والقصر، لذلك فإنها لا تحظى بمعدلات كبيرة من الانجراف .كما يلاحظ انخفاض معدل الانجراف في الأجزاء الغربية من الحوض ليصل إلى أقل من(10 طن/هكتار/سنة) وذلك بسبب شدة الانحدار وقلة الأمطار ووجود التكشفات الصخرية.

ويشير الوضع العام لانجراف التربة في الحوض إلى ارتفاعه بشكل كبير جداً ليصل إلى (أكثر من 100 طن/هكتار/سنة) وخاصةً في المناطق غربي بتير والياروت، مما يؤثر بشكل سلبي على المشاريع الهندسية كبناء السدود مثل السد المنوي اقامتة في المنطقة لان ذلك يؤدي إلى انخفاض الطاقة الاستيعابية للسد وانخفاض العمر الافتراضي له ويصبح بعد فترة قصيرة جسم خرساني لا يستفاد منه.

مما يفرض ضرورة اتخاذ الإجراءات السريعة والفورية للتخفيف من حدة الانجراف فيها، كبناء المصاطب والمدرجات وزراعة الأشجار الحرجية وتطبيق أساليب صيانة التربة خصوصاً في المناطق ذات الانحدار العالي إلى الشديد .

4.4 الخلاصة والتوصيات

1.4.4 الخلاصة :

1 . تعتبر العوامل المناخية المتمثلة في درجات الحرارة وكمية الأمطار الهاطلة أهم العوامل المؤثرة على الناتج الرسوبي لحوض وادي بن حماد.

2 . تسهم الخصائص الشكلية والمساحية لحوض وادي بن حماد والمتمثلة في صغر المساحة الحوضية واتخاذها الشكل المثلث في تفعيل عملية الترسيب. إذ تعمل هذه الخصائص على زيادة التصريف المائي، وذلك للتناقص المستمر في التبخر والتسرب، وما يقوم به من دور في زيادة النشاط الحتي وزيادة الناتج الرسوبي.

3 . توضح هذه الدراسة دور عوامل طبيعية وبشرية تؤثر في انجراف التربة وهي: عامل تعرية الأمطار وعامل الطبوغرافيا وعامل قابلية التربة للانجراف وعامل الغطاء النباتي والإدارة البيئية وعامل الإجراءات المحددة من الانجراف.

4 . أوضحت الدراسة عدة متغيرات بشرية لها دور كبير في تقدير الناتج الرسوبي الذي له دور كبير في تقييم الأراضي لتحديد الاستعمال الأمثل لها .

5 . باستخدام نموذج المعادلة العالمية لتقدير انجراف التربة (RUSLE) :
Revised Universal Soil Loss Equation تم تقسيم الحوض إلى خمسة مناطق حسب شدة انجراف التربة .

6 . تبرز معادلة انجراف التربة الدور الرئيس للأمطار في انجراف التربة بينما تحدد دور المتغيرات البشرية والطبيعية ومدى فاعليتها في الحد من انجراف التربة .

7 . تم قياس متغيرات الدراسة باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد مثل الصور الجوية والفضائية والعمل الميداني والخرائط الموضوعية مثل الخريطة الجيولوجية ، والتربة والخريطة الطبوغرافية والتقارير الرسمية لسلطة المصادر الطبيعية ووزارة المياه والري .

8 . تم إنتاج خارطة لنمط انجراف التربة وللعوامل الخمسة المؤثرة على انجراف التربة باستخدام معادلة (RUSLE) وهي عامل التعرية بالمطر وعامل الطبوغرافيا وعامل قابلية التربة للانجراف وعامل الغطاء النباتي والإدارة البيئية وعامل الإجراءات المحددة من الانجراف .

9 . أظهر عامل قابلية التربة للانجراف أن الأجزاء الوسطى من الحوض ذات قابلية عالية للانجراف نظراً لطبيعة بناء التربة وارتفاع نفاذيتها لانخفاض نسبة الطين وارتفاع نسبة السلت والرمل فيها ، بينما ينخفض العامل في الأجزاء الشرقية والغربية من الحوض نظراً لارتفاع نسبة الطين وانخفاض نفاذية التربة فيها .

10 . ارتفاع قيمة العامل LS في الجهات الغربية وفي وسط الحوض بسبب وجود المنحدرات الطويلة ذات نسبة الانحدار المرتفعة فيها ، كما أن اتجاه المنحدرات شمالي غربي في مواجهة الرياح الغربية شتاءً، وتنخفض قيمة العامل في الجهات الجنوبية الشرقية بسبب قلة الانحدار حيث تميل أسطحها إلى الاستواء .

11 . ارتفاع قيمة عامل المطر في الجهات الشرقية من الحوض ، لارتفاع معدلات الأمطار الهاطلة عليها مقارنة ببقية مناطق الحوض ، بينما تنخفض قيمة (R) بالاتجاه غرباً نظرا لقلة هطول الأمطار في تلك الأجزاء .

12 . ارتفاع قيمة عامل الغطاء النباتي والإدارة البيئية (C) في المناطق الغربية و الشمالية الغربية نتيجة لقلة الغطاء النباتي ، بالمقارنة مع بعض الأجزاء التي تنخفض فيها قيم عامل (C)، كما في الأجزاء الشرقية و الجنوبية الشرقية نظرا لطبيعة الاستغلال الزراعي وتنوع الأنشطة الزراعية وكثافة الغطاء النباتي ووجود السكان.

13 . أظهرت الدراسة الحاجة لعامل الإجراءات المحددة من الانجراف في معظم أراضي الحوض نظراً لعدم وجود إجراءات كافية لصيانة التربة من الانجراف، إضافة لغياب الإدارة السليمة والتخطيط المدروس لضمان فاعلية الأساليب المستخدمة في الحفاظ على التربة.

14 . أظهرت الدراسة أن 41.23 % من أراضي الحوض تصنف بمعدل انجراف قليل جداً و23.13 % من أراضي الحـــوض ذات معـــدل انجـــراف قليـــل، و22.90 % بمعدل انجراف متوسط.

15 . بينت الدراسة أن الانجراف الكبير والكبير جدا يسود في الأجزاء الوسطى من الحوض حيث تصل نسبتهما على التـــوالي 10 % و 2.5 % مـــن مســـاحة الحوض، بسبب كونها بيئة تصريف مركزية للعديد من الأودية، حيث يلاحـــظ أن معدل الانجراف يصل إلى (أكثر من 100 طن/هكتار/سنة) نظراً لطبيعة التربة حيث تقل فيها نسبة المادة العضوية لقلـــة الغطـــاء النبـــاتي وطبيعـــة استعمالات الأراضي .

16 . بينت الدراسة أن معدل الانجراف ينخفض إلى (أقل من 10 طن/هكتار/سنة) في أقصى شرق الحوض بسبب ممارسة الزراعة والاستعمال السكني ، وكذلك في أقصى الغرب من الحوض لقلة الأمطار الهاطلة ووجود غطاء صـــخري يحمي التربة من الانجراف في ظل ظروف معينة.

2.4.4 **التوصيات**:

توصي هذه الدراسة بالجوانب التالية :

1 . الأخذ بعين الاعتبار العمليات الجيومورفولوجية خاصـــةً المائيـــة والإخطـــار المترتبة عليها عند تخطيط استعمالات الأراضي .

2 . تعرض منطقة الدراسة لانجراف تربة كبير إلى كبيـــر جـــداً يصـــل لحـــوالي (12.74%) من مساحة الحوض، بالإضافة للأخطار البيئيـــة المختلفـــة مثـــل الانزلاقات الأرضية ووقوعها ضمن نطاق النشاط الزلزالي المرتفـــع خاصـــةً الأجزاء الغربية من الحوض وهذه من المحددات الرئيسة أمام عدة اســـتعمالات مثل بناء المنشآت الهندسية كالسدود، وعلى متخذي القرار من المخططين أخذها بعين الاعتبار.

3 . عند النظر للعوامل المؤثرة في انجراف التربة خاصةً عامل الغطـــاء النبـــاتي والإدارة البيئية الذي كان له أثر واضح في زيادة حدة انجـــراف التربـــة فـــي

الحوض، توصي الدراسة بضرورة الاهتمام بهذا العامل وتعزيــز دور الإدارة البيئية.

4 . الاعتماد على قاعدة البيانات الجغرافية الخاصة بحوض وادي بن حمــاد عنــد إعداد الخطط التنموية، والعمل على تحديث بياناتهــا دوريــاً والاســتفادة مــن الخرائط التفصيلية التي تم وضعها لخدمة التخطيط لتنمية الحوض.

المراجع

أ. **المراجع العربية :**

أبو سليم، علي حمدي، (2009)، الأدوار الجيومورفولوجية للخصائص المورفومترية والتصريف المائي في الناتج الرسوبي لوادي الواله، **المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية** مجلد 3، العدد 2.

الأرصاد الجوية الأردنية (2009)، بيانات غير منشورة، عمان، الأردن.

جبوري،صباح توما،(1988) **علم المياه وإدارة أحواض الأنهار**، مديرية دار الكتب والنشر، الموصل، جامعة الموصل.

الحديدي، غيداء (2001). **استعمالات الأراضي في مدينة الكرك**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية. عمان، الأردن.

الرفاعي، محمود فيصل،(1989). **الهيدرولوجيا**، منشورات جامعة حلب، كلية الهندسة المدنية. ص 88-79.

الروسان، تالا،(2003).**العمران الريفي في بلدتي السرو واليرموك** (محافظة اربد) 1960 -2000، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان.

سلامة، حسن، (1980)، التحليل الجيوموفولوجي للخصائص المورفومتريه للأحواض المائية في الأردن، **مجلة دراسات الجامعة الأردنية**، العدد 1، ص 97 – 132.

سلامة، حسن (2004)، **أصول الجيومورفولوجيا**، دار الميسرة للنشر، عمان.

سلطة وادي الأردن (2009). **تقارير غير منشورة**، عمان، الأردن.

الشلش، علي حسنين،(1981)، **جغرافية التربة**،جامعة البصرة، البصرة.

الصنيع، عبدا لله علي، (1404 هــ) **المدخل إلى البحث العلمي الجغرافي المعاصر**، مكة المكرمة، قسم الجغرافيا، كلية التربية، جامعة أم القرى، مطابع الصفاء، مكة المكرمة.

الضمور، إسماعيل، (2013)، **العوامل المؤثرة في الناتج الرسوبي لحوض وادي البالوع** رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، الكرك، الأردن.

الظاهر، نعيم،(1989)، **قابلية التربة للانجراف في حوض وادي شعيب**،رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

عنانزة، علي، (1986)، **الناتج الرسوبي لحوض وادي كفرنجة**، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان.

العقرباوي، إيمان (2007)، التحليل المورفومتري لحوض وادي زرقاء ماعين مقارنة مع الأحواض المائية في الأردن، **مؤتة للبحوث والدراسات**، المجلد 22، العدد 5. ص 83-90.

عودة، سميح (2005)، **أساسيات نظم المعلومات الجغرافية**، دار الميسرة، عمان.

قطيش،مها إبراهيم، (2012)،**تقدير انجراف التربة باستخدام نموذج المعادلة العالمية لتقدير انجراف التربة، حالة دراسية حوض وادي الحسا**،رسالة دكتوراه،الجامعة الأردنية.

المحاميد، عباس، (2012) **عملية الناتج الرسوبي في سد الموجب**، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، الكرك، الأردن.

مصلحي، فتحي محمد، (1984)، **الجغرافيا البشرية المعاصرة**، دار الإصلاح، الدمام.

النواصرة، عواد عايد، (2006)، **اثر انخفاض مستوى سطح البحر الميت على جيومورفولوجية الأحواض الدنيا لأودية : الكرك، ابن حماد، الجرة، الشقيق، الموجب**، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، الكرك.

النوايسة، سامر عوض (2006)، **تقييم الأخطار البيئية وإدارة الأراضي في حوض وادي الكرك،جنوب الأردن**،رسالة دكتوراه غير منشوره، الجامعة الأردنية، عمان.

وزارة الزراعة (1993)، **المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأراضي**، المستوى الأول، عمان.

وزارة الزراعة (1994)، **المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأراضي**، المستوى الثاني، عمان.

وزارة الزراعة (1995)، **المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأراضي،** المستوى الخامس، عمان.

وزارة المياه والري (2006)، **تصريف الأحواض،** تقارير غير منشورة. عمان- الأردن.

وزارة المياه والري (2006)، **تصريف الأمطار**، تقارير غير منشورة. عمان- الأردن.

وزارة المياه والري (2007)، **تصريف الينابيع،** تقارير غير منشورة. عمان- الأردن.

وزارة الزراعة (1990)، قسم دراسات التربة،عمان الأردن.

وزارة الزراعة (1993)، قسم دراسات التربة،عمان الأردن.

وزارة الزراعة (2001)، قسم دراسات التربة،عمان الأردن.

ب. المراجع الأجنبية:

Anderson,E.W and Cox, N, J. (1978), ((A comparison of different instrument of measuring soil creep)), **catena** vol5, pp 81-93.

Atkinson, K, (1967), **Soil conservation survery of wade shueib and wade kufrein, Jordan**, rept university of Durham.

Collins,L.Walling,E.And leeks, L. (2001),((Suspended sediment source fingerprinting in a small tropical catchments and some management implication)) **.Applied Geography**, 21(4) ,pp 387-412 .

FAO.(1988). **Methodology of Soil Degradation.** Rome**.**

Farhan,Y,(1985). ((Geomorphology Approach toReconnaissance)), **Dirasat** 7 (9),pp 251-273.

Fabbri.k.(1991).**The Use of Geomorphic Information Systems and Remote Sensing Analysis for the assessment of soil erosion Hazards**. **A case study in Central Bolivia**. ITC.En Schede. From: **http//www.ITC.C.n.I**

Philip,S,and Lake,p(2007).**Flow- generated and Ecological Responses: floods and droughts**, pp79-85, edited by, Paul, j. and David, m **hydrogeology and ecohydrology : past, present and future**. John wiley and sons 1td.

Neumann, j, (1960), ((Notes on rain fluctuation in Palestine and climatic fluctuations in the northern hemisphere)) ,**bulletin of the research council of Israel**, pp 90 .

Odeh, s, salameh, R,(1996), ((Geomorphology of wale hidan valley terraces in Jordan))**, Bulletin of Egypt ion geographical society**,69(1), 16 – 46 .

Oroud, I, (2007). ((The impacts of climate change on water resources in Jordan))**, climate change on water recourses in the middle east and north Africa**: zerien,f. and hotzl,h(eds), Springer publishing company pp109 – 123 .

Renard,K. Foster,G.Wecsies, Gand. Mcnool,D.(1997). **Predicting soil erosion by water**. **A Guide to conservation planning with the revised soil loss equation (RUSLE)**.USA.

Rhinos, M. Aggarwal, S. And Silva, R. (2000). **Application of remote sensing and GIS on soil erosion assessment at Beta River Basin, India**. from: **http//www.GIS- development.**

Patrick, c , and way, D,(1994), ((complex channel response to flow regulation, Cudgegong river below)), Windermere Dam , Australia, **Applied Geography** , 14 (2),pp 153 – 168. Thapa, s, W, (1999), ((Decreased rates of alluvial sediment strange in the coon creek basin)), Wisconsin, 1975 – 1993 **science**, 285, 1244 – 1246.

Morgan.(1996).**Soil erosion and conservation** (2nd Ed.). Longman: London.

Moumani,K.A. (1997), **Geology of the Al-Hussaynniya Al Janubiya Area.**

Verstraeten, G, Poesen, J, and vanost, K,(2003), ((Evaluating the impact of watershed management scenarios on changes in sediment delivery to rivers)), **Hydrobiology** 494,153 –158 .

Wayne, D, (1985) , **Downstream geomorphic impacts of large dams, The case of glen awn dam**, **NSW .**

Wall et. al.(2002) ((RUSLE FAC- Revised Universal Soil Loss Equation for Application in Canada)). Research Branch, **Agriculture and Argi-Food Canada**. AAFC/AAC2244E. 117PP.

Yair, A.and Lavee. H. (1990), ((runoff generation in arid and semi- arid zones)), pp183- 200, edited by m.g. Anderson t.p.burt. **Hydrological forecasting**, john wiley, sons 1td.

المعلومات الشخصية

الاسم: رمزي أمين المعايطة

التخصص: ماجستير نظم المعلومات الجغرافية / Gis

الكلية: العلوم الاجتماعية

السنة: 2015م.

هاتف رقم: 0795378889

البريد الإلكتروني: eng_ramzim@yahoo.com